

## 研究プロジェクト評価報告書 平成28年度

著者	東北大学未来科学技術共同研究センター
雑誌名	研究プロジェクト評価報告書
ページ	1-77
発行年	2017-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00123209">http://hdl.handle.net/10097/00123209</a>



# 研究プロジェクト評価報告書

平成29年3月

東北大学未来科学技術共同研究センター



## はじめに

東北大学未来科学技術共同研究センター：NICHeは、産業界など外部との連携により大学の知的資源を有効に活用し、広く国内産業の活性化に資することを目的として平成10年4月に設立されました。センター活動の場として、平成12年2月に本館、平成13年11月に未来情報産業研究館、平成14年3月にハッチェリースクエア、さらに平成22年3月に未来産業技術共同研究館を竣工しました。これらの建物は全て、入退室管理や情報ネットワーク管理などセキュリティに配慮した機能を充実させていることが特徴です。

NICHeの開発企画部は専任の教員により、プロジェクト企画と推進調整業務を戦略的に進めるとともに、開発研究部に所属する各研究プロジェクトでは本邦基幹産業の国際競争力を支え、かつ新産業分野創出に寄与するコア技術開発を精力的に進めています。

研究プロジェクト評価は、この開発研究部活動を対象として、現在進行中の研究プロジェクトについて、NICHeのミッションとの適合性、学術的・技術的評価ならびに産業応用の可能性に関する中間評価あるいは最終評価をするために行っております。今回は最終評価8の研究プロジェクトを対象として実施いたしました。

評価の手続きとしては、研究担当者による自己評価をベースとして、東北大学以外の外部有識者による外部評価を書面審査と対面審査の2段階で行っていただくという方式を採用しております。

本報告書は、評価の結果ならびにいただいたご意見を要約したものであり、その内容については今後のプロジェクト推進及びセンター運営に的確に反映させていきたいと考えております。ご多忙な中で多大な労力と時間を割いて、本センター活動に対していただいた貴重なご意見やご提言に対し、心から感謝申し上げますとともに、今後さらなる努力をいたす決意であることを申し上げて結びと致します。

平成29年3月

東北大学未来科学技術共同研究センター長

滝澤 博胤

# 平成28年度東北大学未来科学技術共同研究センター研究プロジェクト評価報告書

## 目 次

1	研究プロジェクト評価結果・・・・・・・・・・・・・・・・	1
2	研究プロジェクト評価書面審査表（まとめ）	
	最終評価プロジェクト	
	①全層梁降伏型メカニズムを形成する柱脚支持機構の開発（木村教授）・・・・	9
	②半導体レーザの極限機能開発とナノイメージング応用（横山教授）・・・・	13
	③高性能・低電力三次元集積回路の開発（小柳教授）・・・・・・・・	19
	④水インフラを核とした未来志向型社会イノベーション拠点（大村教授）・・・・	28
	⑤実験融合マルチレベル計算化学（宮本教授）・・・・・・・・	35
	⑥超低摩擦技術の開発（栗原教授）・・・・・・・・	40
	⑦先端電子部品用配線材料および配線形成法の開発研究（小池教授）・・・・	49
	⑧ボールSAWセンサの開発と事業化（山中教授）・・・・・・・・	60
3	研究プロジェクト評価委員会実施要領・・・・・・・・	67
4	研究プロジェクト評価委員会委員名簿・・・・・・・・	68
5	研究プロジェクト評価委員会書面審査委員名簿・・・・・・・・	69
6	研究プロジェクト評価委員会スケジュール表・・・・・・・・	70
7	未来科学技術共同研究センター規程・・・・・・・・	71
8	未来科学技術共同研究センター研究プロジェクト評価委員会内規・・・・・・・・	75
9	未来科学技術共同研究センター研究プロジェクト評価要項・・・・・・・・	76



# 1. 研究プロジェクト評価書面審査表（まとめ）

## ①「全層梁降伏型メカニズムを形成する柱脚支持機構の開発」

プロジェクトリーダー：木村 祥裕 教授

### I. 研究成果について

目標どおりの研究成果を達成した。

従来手法では実現が困難であった、建造物の最下層柱脚部の大地震時に受けるダメージの軽減を目的として研究開発が行われ、独創的な建築法を解析・実験により確立し、研究者の育成や国際展開も適切に行われるなど、目標どおりの研究成果を達成している。

今後は、本工法の優位性を広く示し、成果普及をさらに促進するため、知的財産戦略の構築や工法の認定に早期に取り組むことが期待される。

### II. 成果の社会、経済、産業への貢献および還元

優れた研究業績は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。

本プロジェクトは、民間企業への技術移転、知的財産権の確保に取り組みつつ、論文・著書・学会等発表、表彰・受賞・新聞報道においても高い評価を得るなど、社会へのインパクトは大きいものの、特許などの権利取得はまだ十分ではないことから、新産業分野創出に結びつくには課題を残す。民間企業への技術移転を加速するため、提案する工法の長所をより多面的に積極的に提示する必要がある。

### III. 必要リソースの活用状況

一部の必要リソースを獲得できていないが、工夫により補っている。

民間や国など外部から獲得している研究資金は十分ではないが、民間への技術移転により民間のリソースを活用するなど、工夫により補っている。また、獲得した研究資金は、実験を中心とした資金として有効に活用されている。

### IV. 総合評価

本プロジェクトは、地震が多いわが国にとって、構造物の安全のために欠かせない重要テーマである。今後は、建築ビジネスに知見のあるパートナーと組んで、早期に本工法を活用した事業展開を図る積極的な取組みが期待される。それと並行して、本工法の特許取得やビジネスモデルの認定など権利確保にも取り組みつつ、最終的にはデファクトスタンダードの獲得を目指すよう更なる努力を期待したい。

## ②「半導体レーザの極限機能開発とナノイメージング応用」

プロジェクトリーダー：横山 弘之 教授

### I. 研究成果について

目標以上の研究成果を達成した。

本プロジェクトでは、当初の開発研究の目標・計画に沿って、世界に誇れる研究成果を挙げることが出来た。特に半導体レーザを基盤とする超短パルス・高ピークパワーの世界でも突出する高機能の光源を開発したことは、従来の光源を凌ぐ深部イメージングを可能とし、今後重要性が増大するバイオメディカル分野に画期的な成果をもたらすことが期待される。また本研究は、難加工性材料の超精密加工など、次世代レーザ加工技術としての応用への期待も大きく、NEDOの「高輝度・高効率次世代レーザ加工技術開発プロジェクト」にも参画している。

### II. 成果の社会、経済、産業への貢献および還元

優れた研究業績は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。

本プロジェクトでこれまで行った大企業やベンチャー企業との共同研究等では、高水準の研究開発を進めているものの、その多くが試作段階にとどまっており、真の「新産業分野創出」に結び付くまでにはあと一步という状況である。当初実施したJST-START事業における事業化プロセスの再検討を含め、これまでの事業化上の課題を明らかにした上で、研究成果の受け皿となる企業の検討を進めていただきたい。

### III. 必要リソースの活用状況

必要リソースを十分に獲得して活用している。

研究員、研究費ともに十分獲得して活用している。研究費としては、上記JST-STARTの他、JST-CREST、AMED-革新脳PJ、また本年度は上記NEDOプロジェクトと毎年4千万円程度の外部資金を継続して獲得していることは評価できる。

### IV. 総合評価

本プロジェクトは、開発研究計画に沿って目標以上の成果を挙げており、その点は評価できる。ただ事業化という面では、引き続き確かな受け皿企業を慎重に模索しているところであり、事業化の道筋はまだ明確にはなっていない。今後新規プロジェクトとして継続を目指すのであれば、光源だけではなく増幅器等も含めたシステム全体を担える企業との連携を視野に、NICHeや産学連携機構等、大学からの支援を活用しつつ、プロジェクトリーダー自身の更なる努力に期待したい。

### ③「高性能・低電力三次元集積回路の開発」

プロジェクトリーダー：小柳 光正 教授

#### I. 研究成果について

目標以上の研究成果を達成した。

三次元ヘテロ集積化技術に必要なプロセス技術、評価技術等を確立し、三次元積層型イメージセンサや三次元積層型マルチコアプロセッサを世界で初めて実現するなど目標以上の研究成果を達成している。また、三次元スーパーチップ LSI 試作製造拠点（GINTI）を構築し、12 インチ製造技術とともに、月産 300 枚のウェーハを製造できるまでに立ち上げ、民間企業との共同研究をすすめたことは、本プロジェクトの研究成果を実用展開するうえで高く評価できる。

#### II. 成果の社会、経済、産業への貢献及び還元

優れた研究業績は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す

複数の技術移転が実施され、商品化まで至っており十分な成果を挙げている。研究成果に関して LSI 分野で最も権威のある IEDM での基調講演をはじめ、多くの招待講演、学術論文発表を行っている点も高く評価したい。今後 GINTI をどのように活用し新産業分野創出に結びつけていくのかコンソーシアム設立等の具体的なシナリオが必要である。

#### III. 必要リソースの活用状況

必要リソースを十分に獲得して活用している。

公的資金、民間資金とも多くの外部資金を連続して獲得し、研究成果の技術移転を行うなど、獲得資金に見合った成果を挙げていることは高く評価できる。研究員についても民間等共同研究員、受託研究員など民間企業からの研究員が継続して多数在籍しており、人材育成の点からも高く評価できる。

#### IV. 総合評価

三次元ヘテロ集積化技術に必要な要素技術を確立し、三次元スーパーチップを世界で初めて実現するなど多くの優れた研究成果を挙げている。また、国内唯一の 12 インチまで対応できる三次元集積回路の試作製造拠点を構築したことは、高く評価できる。

プロジェクトは継続しないとのことであるが、国内外の半導体企業と連携し、GINTI の有効な活用法を確立し、半導体産業の活性化につながることを期待したい。



#### ④「水インフラを核とした未来志向型社会イノベーション拠点」

プロジェクトリーダー：大村 達夫 教授

##### I. 研究成果について

目標どおりの研究成果を達成した。

水監視システムとして、下水処理施設において下水中のウイルスを様々な含有中から抽出し、ウイルス濃度を計測する技術確立した。

またエネルギー最小化下水処理技術を開発し、途上国等での社会実装を果たしている。海外、特に発展途上国への展開として有望かつ重要だが、検出技術の部分について知財化の取組が不十分であり、その点が出口戦略に関わってくると思われるため、今後解決が必要と思われる。

関係企業と協力して、知的財産戦略を検討いただきたい。

##### II. 成果の社会、経済、産業への貢献および還元

優れた研究業績は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。

下水処理システムとしては、インド・アフリカ等途上国での実装を果たしている。

水監視システムとしては、松島町でのデータ解析を通じて、今年からは仙台市での実装を果たすべく取組を進めている。

C R E S Tでの高い評価を得ており、水ビジネスへの展開が有望であるが、ビジネスモデルとしては事業化リスクの検討などまだやるべき課題を残している。

##### III. 必要リソースの活用状況

必要リソースを十分に獲得して活用している。

各種研究ファンドをいくつも獲得し、共同研究の前半部にあたる体制は構築できている。

##### IV. 総合評価

P L（大村教授）としての基盤研究（水監視システムなど）は順調に進んでいるが、社会実装にあたっての取組の体制が不十分と考えられる。

本技術をどうデファクトにするのか、何を特許に取って、ビジネスにするのか、プロデュースする人材が必要と思われる。

どのようなビジネスになるか、社会的なメリットは理解できるが、リアルメリット（経済的メリット）は誰が受け取るのか、企業（メーカー）か、自治体か、ユーザ自身か、どこから収益を得るのか考える必要がある。

海外へのビジネス展開の担い手として、例えば東京都や横浜市の水道局などと連携し、仙台市については実験フィールドとして参画する体制が必要である。

なお、ウイルス検出の水監視システムと、下水処理システムの2つのサブテーマの独立感が強かった。

次年度以降も継続する場合、知財・ビジネスの戦略も立て、開発成果を官との連携プロジェクトにできればプロジェクト延長として良いと思われる。

## ⑤「実験融合マルチレベル計算化学」

プロジェクトリーダー：宮本 明 教授

### I. 研究成果について

目標どおりの研究成果を達成した。

最終目標である「実験融合マルチレベル計算化学手法の確立と産業革新への応用」は、触媒、電池材料、潤滑剤、電子光材料、自動車、原子力の幅広い分野、多様な系において実験と計算化学を融合したマルチレベル計算化学手法を確立し、産業における実践的課題ニーズに応用できることを証明している。

### II. 成果の社会、経済、産業への貢献および還元

優れた研究業績は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。

国内外でビッグデータや AI を活用した第 4 次産業革命が期待されているが、プロジェクトリーダーは早くから量子論の積み上げによるミクロ・メソ・マクロマルチスケール・マルチフィジックス計算化学手法の確立と新産業分野への応用を一貫して目指してきた。その長年の研究成果として、商業化されたソフトウェア 16 件、コンピュータプログラム、データベースの著作権が 153 件、総説 43 報、学会発表 84 件、著書 7 編と十分な成果を上げている。

### III. 必要リソースの活用状況

必要リソースを十分に獲得して活用している。

プロジェクトリーダーの長年の研究実績の積み重ねと優れた研究マネジメント力が毎年 2 億円以上の研究費獲得に繋がっているものと高く評価される。潤沢な外部資金の獲得だけでなく、高い研究開発管理能力が上記の成果に繋がっていると思われる。

### IV. 総合評価

世界は今や如何に多くの情報データを収集し、AI やソフトウェアを駆使して新たな産業やビジネスに結び付けることにやっきになっている中で、理論や実践のデータの融合した計算化学手法はまさに時代を先取りしたサイエンスであり、テクノロジーである。ワックスのような経験に基づく匠の分野や原子力のような安全性の検証が難しい分野にも応用範囲を広げて、幅広い産業分野に応用できるように実践的計算化学の集大成と体系化を図ってもらいたい。

## ⑥「超低摩擦技術の開発」

プロジェクトリーダー：栗原 和枝 教授

### I. 研究成果について

目標どおりの研究成果を達成した。

研究開発においては、実用技術課題を油潤滑／水潤滑／固体潤滑として切り分け、企業研究者との緊密な連携を実現するとともに、設計／計測／シミュレーションを共通基盤として確立、これを横串として、汎用的かつ実質的な技術開発を推進している。設定された3つの潤滑系において、有効な低摩擦設計指針を提案するに至ったことは、マクロな摩擦現象をミクロな材料物性と結びつけることの重要性と有用性を示唆し、本プロジェクトの大きな成果である。今後、さらなる基盤技術の進歩、応用展開、実用化への進展が期待できる。

### II. 成果の社会、経済、産業への貢献および還元

優れた研究業績は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。

油潤滑における材料組織・モルホロジー制御、水潤滑におけるDLC膜の大気中予すべり効果、固体潤滑におけるトライボ反応制御などは、新たな低摩擦化技術として、「新産業分野創出」に結びつく成果と位置づけられる。今後、参画企業を中心に、実機への応用実証を経て、「新産業分野創出」に繋がるものと期待されるが、まだ一部企業での技術移転にとどまっており、さらなる展開に努力されたい。

地域企業との積極的な技術交流や、摩擦に限定しない表面・界面評価にも先端機器を活用するといった活動が行われている。

### III. 必要リソースの活用状況

必要リソースを十分に獲得して活用している。

措置された研究費に関して、最先端装置開発を含む前述の基盤的研究成果ならびに産学協同による次世代技術開発成果に加えて、地元企業へのサポート、参画研究者の人数から判断して、有効活用され、健全に運営されている。

### IV. 総合評価

異なる専門分野で高い基礎科学力を有する大学の研究室が「低摩擦」を柱に協力することで、企業からの研究者が集結し産学連携を成功させた。トライボシミュレータや高度計測技術を活用し、基礎研究と応用研究を縦横に結ぶことによって得られた成果のインパクトは大きい。



## ⑦「先端電子部品用配線材料および配線形成法の開発研究」

プロジェクトリーダー：小池 淳一 教授

### I. 研究成果について

目標以上の研究成果を達成した。

本プロジェクトでは、当初①集積回路用、②高精細平面ディスプレイ用、③電力変換 SiC パワーデバイス用、④太陽電池用の4分野での配線材料開発を目指していたが、②及び③については国内外の市場状況変化や共同研究企業の方向性変化により平成 26 年度で開発を終了し、①及び④にリソースを集中して研究を加速させ、優れた成果をあげており、高く評価できる。

### II. 成果の社会、経済、産業への貢献および還元

優れた研究業績を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く成果を挙げている。

集積回路用配線については、東京エレクトロンの他世界最大のファウンダリー企業である TSMC 社や世界第2位の半導体製造装置メーカーの Lam Research 社と共同研究を進めている。また、太陽電池用 Cu 配線については、(株)マテリアル・コンセプトを起業するとともに、Motech Industries 社や島津製作所等と共同研究・技術移転を進め、さらに電子部品用銅ペーストについての研究開発や事業化にもめどをつけており、新産業分野創出に大きく貢献し高く評価できる。

### III. 必要リソースの活用状況

必要リソースを十分に獲得して活用している。

民間から多くの研究員を受け入れ、また数多くの修士号取得者・博士号取得者を輩出しており、リソースの活用という側面だけではなく、研究者の育成という面でも高いレベルの人材育成を達成している。

また研究費については、科研費基盤(S)、科研費基盤(A)、JST-START、NEDO-イノベーション実用化ベンチャー支援事業、経済産業省-戦略的基盤技術高度化支援事業等多数の外部資金を獲得し、十分に活用されている。

### IV. 総合評価

本プロジェクトは、研究成果や社会実装の両面で大きな成果を挙げており、高く評価できる。現在の世界の半導体産業において CuMn 合金が業界の標準材料となっていることは、本プロジェクトの研究成果が他に類を見ない優れた実力を有するイノベーションであることを証明するとともに、太陽電池用配線や Cu ペーストの他用途への展開は日本企業の競争力を支える技術として期待できる。

今後継続する場合には、(株)マテリアル・コンセプトの経営基盤を強化し、上記成果をさらに飛躍させるべくご尽力いただきたい。

## ⑧「ボール SAW センサの開発と事業化」

プロジェクトリーダー：山中 一司 教授

### I. 研究成果について

目標以上の研究成果を達成した。

全てのサブテーマを当初の計画に沿って着実に進められてきた点は着想の確実性、当該技術の有効性を表している。これに加えて、研究遂行時に新たに得られた発見事実も積極的に実用化展開へ組み込む点はより高く評価すべきである。

### II. 成果の社会、経済、産業への貢献および還元

優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。

一般には独創性が強い技術は、研究先行型になり易く、結果として実用化への検討が後回しになり実用化が遅れる例が多いが、目標時期までにベンチャー起業も含め着実な成果として結実させている。

また、検討対象が汎用性の高いセンサという特長を最大限に活かして、近未来への産業応用を見据えており、新産業分野創出としての視点からも当該技術展開の検討も併せて進めている点は高く評価できる。

### III. 必要リソースの活用状況

必要リソースを十分に獲得して活用している。

外部資金の獲得は通常課題であるならば積極的に展開すべきであろうが、本プロジェクトについては、民間からの研究資金投入は制限されることから本項目の評価対象とはしにくい。

START の資金については、その使用についての記述が無いが、研究成果から考えて、目的に向けて適切に活用されていると推定できる。

### IV. 総合評価

本技術課題ではプロジェクトリーダーが、常に産業応用を念頭にプロジェクトを進めてきたことも本課題が期間内に大きな進展を得た要因であると推察できる。プロジェクトリーダーの強いリーダーシップによって、将来の技術展望を図り基礎技術と実用化技術のバランスを考慮しながら全体のプロジェクトが進行している。このことは、特定の技術領域に偏らず、安心・安全を実行し評価できる基軸技術として当該技術を総合的に発展させようとするプロジェクトリーダーの戦略的なプロジェクト展開力と理解して高く評価する。

# 研究プロジェクト評価書面審査表(まとめ)

(研究プロジェクト評価書面審査委員氏名:◎緑川 光正, 井戸田 秀樹, 加藤 重信)

プロジェクト名	全層梁降伏型メカニズムを形成する柱脚支持機構の開発
プロジェクトリーダー名	木村 祥裕

## I. プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る評価等

1. 開発研究の進捗状況(当初の開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況)	<p>(優れている点)</p> <p>本研究は、鉄骨ラーメン構造の最下層中間部に柱脚支持機構を設ける構造形式を提案し、鉄骨造最下層柱脚部が大地震動時に受ける損傷を軽減しようとするものである。</p> <p>開発研究計画の4つのサブテーマ(設計法の確立、柱脚支持機構の実用化、施工性の確認、弾性通し柱の適用)は概ね研究が終了しており、進捗状況は良好と評価できる。また、提案する柱脚支持機構を適用した建物も7棟竣工していて十分な実績を上げており、知的財産権の確保も適切に行われている。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>前回の審査で指摘された2点、すなわち1)最下層中間部柱脚支持機構のRC造柱寸法が大きくなることに関する納まりの工夫、2)柱脚支持機構(ピン支点)における引張力の伝達性能と回転変形追従性能、に関する言及が望まれる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>提案する構造形式による架構の耐震性能だけでなく、コスト、工期短縮、平面計画上の工夫、ライフサイクルコストなどを併せて優位性を提示することにより普及が促進されることが期待される。また、柱脚支持機構に用いる鉄骨造柱脚詳細の規格化が進められれば、より信頼性の高い工法になることが期待される。</p>
2. 研究者の育成状況 (各種研究員の受入れ・国際交流の状況等を含む。)	<p>(優れている点)</p> <p>修士号・博士号取得者を毎年数人出しており、研究者の育成状況は概ね良好と評価できる。また、国内外の研究者との交流を通して意見交換を行っている状況も評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>プロジェクト全体の進捗にはあまり影響していないが、修士・博士課程以外の研究員等受け入れ数がほとんどないことがやや物足りない。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>国際交流の促進の観点からは留学生の育成が効果的であり、留学生の参加が望まれる。</p>



<p><b>総括 I</b></p> <p>上記1. ～2. までの評価に基づき当初の開発研究計画の進捗状況を中心に評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <p>研究開発は当初計画に従って概ね終了しており、研究者の育成や国際交流も概ね適切に行われている。よって、当初の開発研究計画の進捗状況は全体として良好と評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>前回の審査での指摘事項への対応が望まれる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>プロジェクト最終年度に当たることから最終成果がより充実したものになることを期待したい。また、提案する構造形式におけるコスト削減・工期短縮効果の検証、柱脚支持機構の規格化の推進、ライフサイクルコスト面からの優位性の提示により普及が促進されることを期待したい。</p> <p>評価：(○を付けてください。)</p> <p>①. 大変良い 2. 良い 3. 普通 4. やや不十分 5. 不十分</p>
--	---

## Ⅱ. プロジェクトの開発研究成果の社会(地域・日本・世界)、経済、産業への還元状況

<p>1. 民間企業への技術移転進捗状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>民間企業への技術移転件数3件、技術移転による商品化3件と着実に成果を上げており、進捗状況は良い。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>提案する構造形式の長所を多角的に提示することにより民間企業への技術移転がさらに進むことを期待したい。</p>
<p>2. 発明、特許権その他の知的財産権の状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>特許権の審査請求済件数が2件あり、知的財産権は適切に確保されていると判断できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>柱脚支持機構を含む骨組全体の力学性能あるいは構造設計法を知的財産権に結びつける工夫を期待したい。</p>

<p>3. 論文・著書・学会等発表の状況</p>	<p>(優れている点) 発表論文総数 44 編，著書 2 冊のほか，国内外の学会発表も多数ある上に，設計実務者向けの講演活動も積極的に行われており，十分な実績を上げている状況は高く評価できる。</p> <p>(不十分な点) 特になし。</p> <p>(改善のポイント) 国際交流を促進する観点から国際学術誌への発表論文があることが望まれる。また，実務設計者・施工者向けの講演会などの今後の普及活動に期待したい。</p>
<p>4. 各種表彰・受賞・新聞報道等の状況について</p>	<p>(優れている点) 表彰・受賞総数 2 件，業界専門誌掲載数 1 件があり，着実に実績を上げている。</p> <p>(不十分な点) 特になし。</p> <p>(改善のポイント) 新聞報道等によるさらなる情報発信に期待したい。</p>
<p>総括Ⅱ</p> <p>上記1. ～4. までの評価に基づき、「新産業分野創出」に結びつく開発研究成果が出ているか（研究のアウトプット）、また現実的に「新産業分野創出」<sup>注1)</sup>（研究成果に基づく産業活動のアウトカム）に結び付いているか、を中心に評価して下さい。</p> <p><sup>注1)</sup> ここで言う新産業「分野」とは、新産業に結びつく新たな切り口・独自性。</p>	<p>(優れている点) 民間企業への技術移転，知的財産権の確保，論文・著書・学会等発表，表彰・受賞・新聞報道等における状況は概ね良好であり，新産業分野創出に結びつく開発研究成果が出ていると判断できる。</p> <p>(不十分な点) 特になし。</p> <p>(改善のポイント) 新聞報道等によるさらなる情報発信を通して，民間企業への技術移転のさらなる進展，特に地元企業への移転推進を期待したい。</p> <p>評価：（○を付けてください。）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. 優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。</li> <li>2. 優れた研究成果は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。</li> <li>3. 優れた研究成果を挙げているとは言えないものの、「新産業分野創出」に結び付く可能性は高い。</li> <li>4. 研究成果は他に優れたとは言えず、「新産業分野創出」に結び付く成果も期待出来ない。</li> </ol>

### Ⅲ. プロジェクトの研究費の実績

<b>総括Ⅲ</b> 外部資金の獲得状況と、その資金が十分に活用されているかの観点から評価して下さい。	<p>(優れている点)</p> <p>民間・国からの外部資金の件数・金額は十分であり獲得状況は極めて良い。十分かつ高い研究成果を上げており、民間への技術移転も確実に行われていることから、その資金は十分に活用されていると評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし。</p>
--	---

### Ⅳ. 総合評価

<p>総括Ⅰ～Ⅲを踏まえ、本プロジェクトを総合的に評価して下さい。</p> <p>大地震動を受ける従来の鉄骨ラーメン構造では、最下層柱脚部に塑性ヒンジが形成され損傷することを防ぐことが一般に難しい。これを解決する新しい柱脚支持機構を研究開発し実用化を目指す本プロジェクトは、鉄骨造の新たな構造形式を提案するものである。</p> <p>開発研究計画に対する進捗状況、人材育成状況、開発研究成果の社会・産業への還元状況、研究費の獲得実績・活用は、いずれも良好と評価できる。</p> <p>また、提案する構造形式は、構造設計においても一般的な構造計算を行うことができること、そして通常の建築確認申請手続きで済むことは大きな特長と言える。また、その特長は本構造形式の実用性の高さと今後の普及のしやすさを示している。</p> <p>以上を踏まえると、本プロジェクトは十分な成果と実績を上げており、提案する構造形式が鉄骨ラーメン構造の耐震性能向上と地震被害軽減に貢献することが期待され、総合的に高く評価できる。</p>
<p>(全体に対するコメントがありましたら、記載して下さい。)</p> <p>本研究プロジェクトのさらなる発展と今後の成果に期待したい。</p>



# 研究プロジェクト評価書面審査表(まとめ)

(研究プロジェクト評価書面審査委員氏名:◎飯塚 尚和、根本 知己、鶴旨 篤司)

プロジェクト名	半導体レーザーの極限機能開発とナノイメージング応用
プロジェクトリーダー名	横山 弘之

## I. プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る評価等

1. 開発研究の進捗状況(当初の開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況)	<p>評価に入る前に、本評価書面審査表について、効果的評価を行う上で改善が必要と思われる事項について述べてみたい。このことはプロジェクトマネジメントの根幹に関わることであり、プロジェクトを主催する NICHe として十分な議論をなされることを期待する。</p> <p>第1点は、開発研究の進捗状況の評価を求めているにも関わらず、研究開発計画に示されているものは計画時点の線表のみで、実際進行した研究業務の線表が示されていない。また、サブテーマごとの線表表示を求めていないためサブテーマ毎の進捗を把握できない。多くの研究においては計画と実際は異なることは日常茶飯事であり、それであるからこそ、新しい課題や知見の発見が生まれると言っても過言ではないと思う。この表記を是非検討いただきたい。</p> <p>第2点は、達成目標とそれに至るマイルストーンの記述を求めている。目標を明確にし、それに向けて全力投球することはあらゆる分野で常識とし受け入れられているが、マイルストーンを明確にすることにより、研究の方向修正や新しい着想が可能になり、最終目標への到達を確実なものとすると考えられる。</p> <p>第3点は、研究成果そのものの評価を求めていないのはなぜか。論文や特許は研究成果の質とは関係なく書く事は可能である。研究成果がどのくらい世の中に抜きん出ているかは重要と考える。</p> <p>以上3点は研究評価の上から極めて重要であると考えるので、更なる NICHe の研究マネジメントの向上に努めていただきたい。</p> <p>(優れている点)</p> <p>バイオメディカル応用を主目的とする InGaN 系レーザーダイオード(LD)を用いた高機能光源の開発に成功し、ピークパワーで300Wを実現し、世界に突出する性能・機能を達成した。この光源はまた次世代の高精細マイクロ・ナノスケールのレーザー加工装置の心臓部ともなりうるピークパワー1MW(10<sup>6</sup>W)をもつパルス幅サブpsの光パルス発生も実現した。</p> <p>生体深部のバイオイメージングにおいて、世界最深部の生体脳断層イメージングの成功など、その有効性を実証した。さらに、独自技術の特徴を十分に活用して超解像顕微鏡法への適用も推進し、光固体物性について新知見を得ている。</p>
---------------------------------------	---

	<p>(不十分な点)</p> <p>基礎技術開発レベルでは世界に突出していると言えるが、小型・低価格・高信頼性を有する半導体高機能光源の実用化に対しては有効な企業連合が形成できていない。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>半導体レーザの極限機能開発にとって必須な超短パルス形成にとってLDの電気的高速応答のみでなく、利得の非線形抑圧が重要であることを発見した。これによるシステム性能向上を武器にした企業連合形成の加速を期待する。</p> <p>産学連携を掲げる NICHe には長年のノウハウが集積されているはずである。企業との折衝といった泥臭いレベルを含む研究者に対する組織としての支援を充実させることが焦眉の急である。</p>
<p>2. 研究者の育成状況 (各種研究員の受入れ・国際交流の状況等を含む。)</p>	<p>(優れている点)</p> <p>全プロジェクト期間を通じて2回の国際ワークショップを開催し、欧州並びにアジアの主要研究機関との交流を図り、これを機に台湾大学からは研究員および博士課程学生を受け入れ、共同研究を推進した。また、同じく台湾の医科系大学である陽明大学との交流も始まり、光バイオメディカル技術の今後の展開につながった。</p> <p>全プロジェクト期間に修士・博士課程の学生11人、ポスドク7人、受託等研究員5人を受け入れ、また、修士および博士号取得者合わせて13人出しており、大いに評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>民間からの共同研究員受け入れ数11人とやや少ない。本研究テーマは将来性ある重要テーマであるから、もっと多くの企業の参画があっても良いと考えられる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>企業化を積極的に進める価値のある研究成果が得られており、企業化推進を強力に行う必要がある。それであるからこそ NICHe のプロジェクトとして遂行されている利点が活用されなければならない。今こそ NICHe が本領を発揮する時である。NICHe の当事者としての覚悟の程を期待したい。</p>
<p>総括 I 上記1. ～2. までの評価に基づき当初の開発研究計画の進捗状況を中心に評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <p>冒頭に記述したように計画段階の線表表示のみで、計画の進捗状況の評価は難しく、また、計画通りにいかなくてもより多くの成果に繋がることもある。当初計画もさることながら、方針変更も重要と思われる。</p> <p>しかし、研究目標は十分に達成していると考えられる。</p> <p>ソニー(株)とは InGaN 系青紫色 LD による高機能光源の研究で世界を大きくリードする結果を得た。また、同社とは当初大容量光記録応用を考えていたが、よりインパクトの大きいバイオメディカル分野への応用に方向転換を図った。</p> <p>(株)アルネアラボラトリでは高速エレクトロニクスの開発が大きく進展し、単独製品として実用化された。</p> <p>今後 1 <math>\mu</math>m 帯の利得スイッチング動作が重要になることに</p>

	<p>鑑み、デバイス物理を理解するための研究開発に取り組んだ結果、光増幅器などのコアとなる基本技術の完成度を高め、平成 28 年度 NEDO の次世代レーザ技術開発プログラムへと繋ぐことができた。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>ここまでの技術が実用性の実証まで進んでいるにも関わらず製品化の段階で停滞していることは問題である。</p> <p>事業化に向けては大学当局を含めて一段の努力が必要。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>学問と異なり研究はかたちあるものに繋がらなければ本来の目的を達成したことにはならない。従って研究のゴールは実用化にある。如何に事業化に取り組む企業をその気にさせるかの取り組みが重要である。知的財産権の充実を含め NICHe の強力な関与が必要である。</p> <p>評価：(○を付けてください。)</p> <p>①. 大変良い 2. 良い 3. 普通 4. やや不十分 5. 不十分</p>
--	---

## Ⅱ. プロジェクトの開発研究成果の社会(地域・日本・世界)、経済、産業への還元状況

1. 民間企業への技術移転進捗状況について	<p>(優れている点)</p> <p>平成 25 年度には(株)アルネアラボラトリ社で高速電気パルス発生器が製品レベルの完成度で試作でき、平成 27 年度にはソニー(株)において青紫色高出力パルス光源のバイオメディカル機器への応用展開が行われた。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>全プロジェクト期間を通じて技術移転された知的財産権が 6 件で、全て新産業分野創出につながっていることは評価出来るが、これだけ重要な応用分野が期待できる技術としては移転件数が少ないと考えられる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>応用分野を想定した特許戦略の構築が有効と考える。研究者とは別の視点で NICHe の管理部門が研究計画策定なども含めて十分対応すべきであろう。</p>
2. 発明、特許権その他の知的財産権の状況について	<p>(優れている点)</p> <p>平成 22, 23 年度で発明 9 件、特許出願 42 件は大いに評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>平成 22, 23 年度は 1 発明当り特許出願は 4.7 件であったが、平成 24 年度以降は 3.3 件に減少している。応用分野が明確になり、課題がはっきりしてきた時期に発明件数、出願件数ともに減少していることは反省材料とすべきである。</p>

	<p>(改善のポイント)</p> <p>特許は論文ではなく法律文書である。特許の専門家の関与が不可欠である。NICHe の出番である。</p>
3. 論文・著書・学会等発表の状況	<p>(優れている点)</p> <p>解説論文（レーザダイオードおよび光源に関して2件）を求められるほどこの新分野が注目されているということになる。</p> <p>論文は内容が非常に高度であり、レーザ基盤技術からバイオ応用まで多岐にわたっている。招待講演も充分高い水準にある。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>本光源の新しいアプリケーションに関する論文はこれからと思われるが、早急な知的財産対策を行った上での論文発表が待たれる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>東北大学は総合大学である。学内の関連研究者によるブレーンストーミングを行うだけで無限の研究テーマや応用分野および知的財産が生まれる可能性を持っている。ただし、やる気があればの話で、やる気がなければただの平凡な大学に過ぎなくなる。</p>
4. 各種表彰・受賞・新聞報道等の状況について	<p>(優れている点)</p> <p>本研究の先進性が評価され表彰または報道されていることは高く評価できる。</p> <p>光源開発については数多くの報道が行われ、バイオイメージング応用ではマウス生体脳断層イメージングの成果が大きく報道された。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>LDや光源は一般にはかなり理解されにくい面があるので、やはり多様なアプリケーションに光を当てた発表・報道が効果的と思われる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>アプリケーションがはっきりすれば、その効用がわかりやすくなり、その大元であるLDや光源があつてこそ実現できるということで、そちらへの関心が高まると考えられる。</p>

<p>総括Ⅱ</p> <p>上記1.～4.までの評価に基づき、「新産業分野創出」に結びつく開発研究成果が出ているか（研究のアウトプット）、また現実的に「新産業分野創出」<sup>注1)</sup>（研究成果に基づく産業活動のアウトカム）に結び付いているか、を中心に評価して下さい。</p> <p><sup>注1)</sup> ここで言う新産業「分野」とは、新産業に結びつく新たな切り口・独自性。</p>	<p>（優れている点）</p> <p>本研究によるLDや光源によりバイオイメーjingやレーザマイクロ・ナノ加工の分野への応用展開の可能性が実証されつつあり、新産業分野創出への期待は非常に大きい。</p> <p>（不十分な点）</p> <p>関連分野とのブレインストーミング等の交流による応用分野の更なる開拓が望まれる。</p> <p>（改善のポイント）</p> <p>応用分野を広げることでLDや光源への課題がさらに明確になり、研究のさらなる高度化も可能になる。</p> <p>広い分野の企業とのコミュニケーションが有効と考えられる。そのためには東北大学、NICHeの持つ先端的技術を外部へと伝える組織的な取り組みが必要であろう。</p> <p>評価：（○を付けてください。）</p> <p>① 優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。</p> <p>2. 優れた研究成果は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。</p> <p>3. 優れた研究成果を挙げているとは言えないものの、「新産業分野創出」に結び付く可能性は高い。</p> <p>4. 研究成果は他に優れたとは言えず、「新産業分野創出」に結び付く成果も期待出来ない。</p>
---	--

### Ⅲ. プロジェクトの研究費の実績

<p>総括Ⅲ</p> <p>外部資金の獲得状況と、その資金が十分に活用されているかの観点から評価して下さい。</p>	<p>（優れている点）</p> <p>文部科学省及び経済産業省の資金を有効に活用している。</p> <p>がん研究に関するテーマは高い評価を得たため期間延長という例外的な措置を受けることに成功したことは高く評価できる。また、脳神経科学分野のバイオイメーjingのプロジェクトも延長の見通しであることから評価の高さが窺える。</p> <p>（不十分な点）</p> <p>企業からの資金は十分とは言えない。企業の連携を研究者だけに任せても上手くいかないのは明らかであり、大学として何をやるべきか、また何ができるかを真摯に考える必要がある。</p> <p>（改善のポイント）</p> <p>研究の効果がアピールできれば企業からの資金獲得もやりやすくなる。これをどのようにやるかを研究者およびNICHe両方で考えることが有効であると思う。</p>
--	---

#### IV. 総合評価

総括Ⅰ～Ⅲを踏まえ、本プロジェクトを総合的に評価して下さい。

基礎研究をおろそかにせず地道な研究努力の中から実用的な発見を数多く行い、工業分野、バイオ分野という産業分野において卓越した技術に移管できたことが高く評価される点である。

LDおよび光源については研究段階はほぼ終了したと言える。しかし、アプリケーションによってはさらなる新しい課題がみつかり、研究の新展開につながる事が十分期待できる。

これからは企業の主体性によりプロジェクトの進展は左右される。アプリケーションが明確化し拡大することによりLDおよび光源の量産化を確実にする必要があり、LDを担当するソニー（株）、光源を担当する（株）アルネアラボラトリの明確な実用化・量産化の計画設定が必要不可欠となる。研究者およびNICHe（大学）双方の努力による企業化を遅らせる要因の除去と実用化促進を期待したい。

新LDと新光源を活用したアプリケーション拡大を考えたときに、より多くの知的財産の創出の可能性があると考えられる。これは応用分野の研究者とのコラボレーションにより実現可能と思われる。NICHeには是非このためのコーディネート機能を発揮することを期待したい。

（全体に対するコメントがありましたら、記載して下さい。）

基盤的な光レーザ技術や最先端の超解像顕微鏡技術は、ノーベル賞の受賞を見るまでもなく、今後の日本の科学技術の発展にとっては重要な一翼を担っていると言っても過言ではない。本評価作業を通じて「我が国の企業ではシステム化やパッケージ化が不得意である」ということが本プロジェクトの成果報告書からも読み取ることができる。

東北大学が「実学」を標榜し、その伝統に則って産学連携を推進していくのであれば、この抜本的な問題の解決のために、個別の高度技術の単なる提示ではなく、高度技術の組み合わせによる相乗効果からの新規アプリケーションの開拓といった広い産業分野を見渡して大所高所から積極的にアピールすることが必要であろう。

書面審査委員の一人（飯塚）は2年前に本テーマの評価を担当させていただき、その評価書を読み直してみてもつくづく感じることは、研究は進展しても大学側に要望したことをもとに大学が進化したという実感が全くないということである。これはまさに大学のガラパゴス化ではなからうか。

東北大学の前身である東北帝国大学は研究を標榜して設立された。研究第一主義が東北帝国大学のアイデンティティであった。前述したように研究とは形あるものに繋がるか、あるいは行動に変化を起こさせるものである。これができなければ第一義的に研究の意味がない。東北帝国大学は実学の大学として評価され、国内の大学としては最も多くの研究所を有する大学として存在してきたものである。この建学の精神に立ち返って、東北大学とNICHeが実学なるものと真剣に対峙することを強く期待したい。



# 研究プロジェクト評価書面審査表(まとめ)

(研究プロジェクト評価書面審査委員氏名:◎益 一哉、新宮原 正三、浅野 種正)

プロジェクト名	高性能・低電力三次元集積回路の開発
プロジェクトリーダー名	小柳 光正

## I. プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る評価等

1. 開発研究の進捗状況(当初の開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況)	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「3次元スーパーチップ技術」の開発においては、セルフアセンブリーと静電吸着による自己整合方式の位置あわせ技術を開発し、それにより、当該工程の速度を従来比 100 倍以上に向上できることを示した。</li> <li>上記を利用して異種機能・材料回路チップを、良品選別した上で再配列させて作製した再構成ウェーハへの貫通電極等の加工技術、それを別のシリコンウェーハに作製した回路とウェーハ同士で接合接続する方法を開発し、3次元LSIの開発・試作コストを従来比で 1/10 以下にできるプロセス技術を開発した。</li> <li>3次元集積回路の動作信頼性を大きく損なう可能性のある銅の汚染度合いを評価する技術を開発し、世界の半導体規格である SEMI 規格として登録された。</li> <li>リコンフィガラブル(再構成できる)集積回路の三次元化要素技術開発とそれによる回路機能の高性能化、低電力化の実証研究を併行して実施し、要素技術開発については目標を上回る成果を、実証研究については目標をほぼ達成する成果を創出した。これらは、関連する学術とその成果の産業化を先導するものであり、極めて高く評価できる。</li> <li>三次元集積回路の実用化・普及にとってのボトルネックは性能/コスト比であるが、本プロジェクトで開発したセルフアセンブリーと静電接着による三次元化技術は、従来比 1/5 までコストを低減できるものであり、コストの削減のブレークスルーとして産業界からも高い関心を得ていることは高く評価できる。</li> <li>「スーパーチップの開発」においては、自己診断・修復機能を内蔵した 3次元積層型マルチコアプロセッサを世界で初めて試作し、従来比約 100 倍の電力当たり演算性能が得られることを示した。</li> <li>磁気トンネル効果を利用した不揮発型メモリを積層した再構成可能なプロセッサを試作した。</li> <li>「12インチ製造技術確立と実用化開発」については、拠点で</li> </ul>
---------------------------------------	--

- GINTI を拠点に多くの民間企業と共同研究が実施され始めたが、企業の多くは製造装置メーカーであり、今後は国内外を問わず半導体メーカー等への展開へと進むことを期待する。
- 小柳光正教授のリーダーシップとその業績が大きいので、次世代への展開が気になる。田中 徹教授が引き継いで発展させるとのことであるが、従来型の一人のスーパースターに率いられるプロジェクトではなく、関連教員のより強い連携、協力を得たプロジェクトとして発展させていきたい。

評価：(○を付けてください。)

- ①. 大変良い
2. 良い
3. 普通
4. やや不十分
5. 不十分

## Ⅱ. プロジェクトの開発研究成果の社会(地域・日本・世界)、経済、産業への還元状況

<p>1. 民間企業への技術移転進捗状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ iACF 膜 (富士フイルム)、セルフアセンブリ装置の実用化 (東レエンジニアリング)、マルチチップFPGAの実用化(ザイリンクス社)などは、実用上極めて重要となる技術であり、優れている。</li> <li>・ 国内唯一の 12 インチウェーハ三次元集積回路技術開発拠点となる GINTI を立ち上げ、月産 300 枚の試作・小規模生産を可能とした。地域産業への波及効果も今後拡大していくものと期待できる。</li> <li>・ 本プロジェクトで開発したセルフアセンブリー方式のチップ位置整合配置技術を 12 インチウェーハプロセス向けに発展させた製造装置を企業との共同で開発し、実用化した。日本の半導体装置産業の発展につながると期待できる。</li> <li>・ 「3 次元マルチチップモジュール技術の開発」の成果を基に、米国最大手の再構成型論理集積回路メーカーであるザイリンクス社と共同開発を実施することになった。IoT の普及にともなって今後世界的に成長が見込まれる再構成型論理集積回路の次世代製品開発を先導するものと期待できる。</li> </ul> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ザイリンクス社との共同開発は、2.5 次元化技術を利用するものであると推察されるが、これを契機に世界規模で 3 次元集積回路の製造に本プロジェクトの開発の成果が還元されていくものと期待される。</li> <li>・ 現在、日本の半導体製造メーカーは投資や新規開発に及び腰である。それらへ「カツ」を入れ、新しい技術への積極的な貢献を行うような活動が必要である。小柳光正教授は今までのようなプロジェクトリーダーを続けるのではないと理解する。むしろ、大所高所から我が国が三次元技術において、世界においてもその存在感を示すことができるよう学界、産業界での活動を期待する。</li> </ul>
<p>2. 発明、特許権その他の知的財産権の状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 当該期間中、年平均で 1 件以上、計 10 件の特許出願を行ってきた。その内、6 件は新産業分野創出につながる特許である。</li> <li>・ 評価できる内容である。</li> </ul>

	<p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし</p>
3. 論文・著書・学会等発表の状況	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該期間中に年間 10 編以上、計 75 編の論文発表は、極めて高い水準の発表件数である。高く評価できるレベルである。</li> <li>その内の代表的な論文は、電子デバイス分野で最も注目度が高い米国電気電子協会 (IEEE) が主催する国際電子デバイス会議 (IEDM)、電子実装分野で最大の電子部品技術会議 (ECTC)、電子デバイス分野でインパクトファクターが高い IEEE Trans. Electron Device 誌などへの発表であり、研究の質も十分高い。</li> <li>55 件の国際会議での招待講演は極めて顕著である。中でも IEDM 会議での基調講演として招待されたことは、当該プロジェクトの成果に対する評価・注目度が高いことを示している。</li> <li>3 編の英文を含む 8 編の書籍の執筆も顕著な業績である。</li> </ul> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし</p>
4. 各種表彰・受賞・新聞報道等の状況について	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該プロジェクトが関わる 3 次元集積回路技術開発の成果により褒章 (文部科学省・紫綬褒章)、学会賞 2 件 (応用物理学会業績賞、エレクトロニクス実装学会学会賞)、国際会議表彰 2 件 (ECTC Outstanding Paper Award、3D-ASIP 3D IC Pioneer Award) を受賞している。</li> <li>テレビ放映 1 件、新聞一般紙 8 件、新聞業界紙 8 件の報道がなされており、社会の注目度が高いことを示している。</li> <li>これらの受賞の多くはプロジェクトリーダーの本プロジェクト以前からの継続的な研究活動に対する評価でもあるので、単純に本プロジェクトの成果とは言い切れないとの指摘もあったが、プロジェクトリーダーの当該分野における貢献を考えると特に問題視する必要はないと思われる。</li> </ul>

	<p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし</p>
<p>総括Ⅱ</p> <p>上記1.～4.までの評価に基づき、「新産業分野創出」に結びつく開発研究成果が出ているか(研究のアウトプット)、また現実的に「新産業分野創出」<sup>注1)</sup>(研究成果に基づく産業活動のアウトカム)に結び付いているか、を中心に評価して下さい。</p> <p><sup>注1)</sup> ここで言う新産業「分野」とは、新産業に結びつく新たな切り口・独自性。</p>	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本プロジェクトで創出したセルフアセンブリー方式の3次元集積化技術を実用レベルまで高度化し、民間企業と共同で装置化を果たし、国外の集積回路製造業者への納入まで進めたことは研究成果として高く評価できる。</li> <li>ザイリンクス社との共同開発は3次元集積回路の本格的な普及を先導するものと期待できる。今後のIoTの普及に伴う半導体産業の一層の発展に貢献すると期待できる。</li> <li>GINTIの創設、立ち上げは、地域の既存産業への波及による活性化、新産業の創出に結びつく成果である。</li> <li>紫綬褒章、学会賞(2件)などの受賞実績は、研究成果が学術だけでなく産業の発展にも貢献していることを裏付けるものである。</li> <li>国際会議での顕著な数の招待講演およびテレビ、新聞等のメディアを通じた成果の公表は、東北大学ならびに東北地域の世界におけるレピュテーションを大きく高めたものと評価できる。</li> <li>本研究プロジェクトの主題である3次元LSI技術は、実用化が大きく期待されいながら、世の中の技術動向では本格的量産にはまだあまり用いられていないという課題がある。2次元あるいは2.5次元の実装技術と比べ、3次元実装ではコストが高くなるという問題があるからである。そのような背景の中で、特に、iACF膜(富士フィルム)、セルフアセンブリ装置の実用化(東レエンジニアリング)などの技術は、製造コスト削減、スループット向上などに大きく寄与する発明であり、新産業創出にも影響を与えるであろう。また、12インチウエハの3次元実装施策を可能とするGINTIの立ち上げは、次元実装技術の普及と産業化に大きく影響を与えるものである、大変優れている。</li> </ul> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p>

	<p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクトリーダーの高い見識と能力、リーダーシップによるプロジェクト推進とその成果は国内のみならず正解的にも非常に高く評価されるべきものである。一方で、これに匹敵する体制が東北大に準備されているかという疑問が残るとの指摘があった。本分野は日本が世界をリードすべき分野であるということを東北大学としても認識していただき、小柳光正教授を超えるを人材、あるいは1人で無理であれば研究チームを構成して、この分野での日本の存在感を示す努力を続けていただきたい。</li> </ul> <p>評価：(○を付けてください。)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. 優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。</li> <li>2. 優れた研究成果は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。</li> <li>3. 優れた研究成果を挙げているとは言えないものの、「新産業分野創出」に結び付く可能性は高い。</li> <li>4. 研究成果は他に優れたとは言えず、「新産業分野創出」に結び付く成果も期待出来ない。</li> </ol>
--	---

### Ⅲ. プロジェクトの研究費の実績

<p>総括Ⅲ</p> <p>外部資金の獲得状況と、その資金が十分に活用されているかの観点から評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本プロジェクトの直接関わる研究資金として、民間から平均で年間約1億1千万円、国から平均で年間約1億円を獲得しており、産業界を先導する研究としての期待の高さを表しているといえる。</li> <li>3次元集積回路に関わる萌芽的な要素技術の研究から、12インチウェーハを用いた実用化研究まで骨太の研究を進め、多くの成果を挙げており、獲得した資金は十分に活用されていると評価できる。</li> </ul> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし</p>
--	--

## IV. 総合評価

総括 I ～ III を踏まえ、本プロジェクトを総合的に評価して下さい。

IoT の普及に伴い集積回路には処理能力をさらに向上させていくことが要求される。従来の集積回路は微細加工技術を発展させることで性能を向上させてきたが、その限界が見え始めてきている。3 次元集積回路はその限界を超え、さらには豊富な機能を実現できる方法として長い間期待され、そのための基盤技術の確立が望まれていた。これまでに日本でも複数の国レベルの技術開発プロジェクトが実施され多くの新技術が開発されてきたが、3 次元集積回路の本格的な実用化、普及には 3 次元化するコストと性能向上の比を十分に確保できる技術が必要であり、タイムリーに提案された本プロジェクトに対する産業界の期待は大きいものであったと察せられる。本プロジェクトは、その期待に十分に答える多くの成果を創出した。

本プロジェクトの当初目標は、企業研究所や国立研究所レベルで行われるべきレベルのものが多く、大学主体の体制でこのようなプロジェクトを実行し、また成果を挙げた点は大いに評価できる。

TSV を用いた 3 次元実装技術に関しては、当該技術開発の当初から研究リーダーのグループは、世界のトップを走り、数々の成果を挙げてきたと言える。

最も高く評価できる成果は、セルフアセンブリー方式による位置整合技術を創出し、実用化技術開発を進め、装置化を成し遂げたことである。この技術は、3 次元集積回路の生産性を従来比 10 倍以上に向上できるものであり、今後の 3 次元集積回路の普及と発展を先導するものであると期待される。本プロジェクトの成果である米国の大手論理集積回路メーカーとの共同開発事業においても、この技術は大いに活用されることであろう。

本プロジェクトの成果であり大きな特長でもある 12 インチウェーハによる技術開発では、小規模生産まで可能な 3 次元集積回路研究開発ラインをもつ GINTI を創設し、立ち上げた。このことは、国内のみならず世界の集積回路産業の発展に大きく貢献するものと期待される。一方、地域産業への波及も大きなものが期待される。

本プロジェクトでは、三次元集積回路の実用化に至るまでの研究開発を進める一方、その将来的な発展をにらんで、人工網膜チップなどの生体の機能を代行するチップや生体の神経と信号の授受が可能な新機能素子を試作してデモンストレーションしていることも高く評価できる。

一方、学術面では、一流の国際会議での基調講演をはじめ、群を抜く数の国際会議での招待講演を行うとともに、一流学術誌等に年当たり 10 編に近い論文を発表しており、その貢献は質・量ともに十分であるといえる。紫綬褒章および 2 件の学会大賞の受賞は学術と産業の双方に大きく貢献したことの証左である。

以上、本プロジェクトは実施意義が大きく、その成果は標準をはるかに超える水準のものであり、極めて高く評価する。これは評価委員会の一致した見解である。

(全体に対するコメントがありましたら、記載して下さい。)

計画当初は斬新な目標であっても、その後の技術情勢の変化によって、他の研究機関でも大きく発展させた分野もあると思われる。研究成果に関する記述において、世界での他の研究機関（競争相手）と比べてどのような優位性が若干不明瞭である。一例として、3 次元イメージセンサーなどは、ソニーなどでは最近量産化しているという情報もあり、それと比較してどのような先進性があったか等の記述がほしかった。ベンチマークが必要であろうとの指摘があったことを付け加える。

プロジェクトリーダーの小柳光正教授はプロジェクトの継続を希望しないとの記述があった。本プロジェクトにも参画してきた田中 徹教授が次のプロジェクトを計画しているとのことである。小柳光正教授の実績をさらに展開し、成果を挙げるには、誰が引き継いだとしてもかなりの努力が必要である。当該分野は我が国が世界をリードして推進すべきものであるので、次の担う世代の努力は当然であるが、東北大学としての全面的なサポートも期待したい。



# 研究プロジェクト評価書面審査表(まとめ)

(研究プロジェクト評価書面審査委員氏名:◎大垣 眞一郎、曾小川 久貴、栗原 秀人)

プロジェクト名	水インフラを核とした未来志向型社会イノベーション拠点
プロジェクトリーダー名	大村 達夫

## I. プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る評価等

<p>1. 開発研究の進捗状況(当初の開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況)</p>	<p>(優れている点)</p> <p>設定した 2 つの研究開発目標 (サブテーマ) に対し、サブテーマ①「水監視システム」では、感染性胃腸炎の流行を未然に防止するための水監視システムの構築を目指して、下水処理場でノロウイルスの定量化技術を開発し、同技術を用いてノロウイルス患者数と処理場流入下水中のノロウイルスの増加との相関が高いことを確認している。これは世界でも類を見ない独創的な構想である。さらに、本研究成果をもとに、衛生行政分野や水産業関係者と連携し、情報共有と具体的システム構築の取り組みを開始した点が評価できる。</p> <p>また、サブテーマ②「発展途上国における新排水処用技術の開発」では、インドにおいて一般的な「UASB+FPU」に替わり、放流水質基準を満たし、低コスト、省エネ・省資源、小面積、易維持管理の処理システムとして「UASB+DHS システム」の有効性を実証し、同システムによる具体的な処理場建設計画に繋げた点が評価できる。</p> <p>さらに水監視システムと排水処理システムという新たな社会システムの構築というテーマは、国内外における社会環境の現状と将来を踏まえた時、誠に的確なテーマである。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>サブテーマ②に関する疫学的な評価も必要である。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>サブテーマ①「水監視システム」は、汚水処理(有機物の除去)を目的とした現行の下水道行政からすれば、高度に先端的なテーマであり、今後研究のより実用化へ向けて一層の拡張・深化が求められる。また、定量の精度向上のほか、医療関係者、衛生分野の行政関係者、漁業・流通関係者等との連携強化のための社会システムの構築を進めるとともに、広報、啓発活動が必要がある。</p> <p>また、②「UASB + DHS システム」の普及にあたっては、処理性能(流入下水の変動、大腸菌除去、スポンジの改良)のほか、運転管理上の諸課題(SS の流出、ろ床バエの発生など)に対する更なる知見の蓄積・改善が求められる(平成 28 年度国土交通省の B-DASH プロジェクトで検証を期待)。</p>
--	---

<p>2. 研究者の育成状況 (各種研究員の受入れ・国際交流の状況等を含む。)</p>	<p>(優れている点)</p> <p>本プロジェクトは広範なテーマを対象としているため、大学グループ（医学系等他の領域を含む）、海外連携研究機関、企業グループ、行政グループ等、多岐のセクターが役割分担し、研究に取り組んでおり、情報交流を図ることで異分野の開発担当者の育成に繋がっている。さらに、ポスドク 5 名を受け入れるとともに、特にサブテーマ「発展途上国における新排水処理技術の開発」では、インドやエジプトの大学及び研究機関と共同調査、設計指針・マニュアルの共同策定などを実施し、現地の政府機関、自治体との交流に努めるなど、将来開発技術の円滑な導入に不可欠となる人間関係の構築にも配慮している点が評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>重金属による公害問題に続き、公共用水域の有機汚濁問題を克服してきた我が国が新たな水質問題（病原微生物や微量化学物質）に対応する水監視システムを主導することは重要であり、特に開発途上国における人口の都市集中問題や、地球温暖化問題に起因すると考えられる降水量の偏在を勘案すれば、再生水の利用をはじめ新たな時代における水管理システムの構築は喫緊の課題である。また、研究成果を踏まえた社会実装に向け、より広範な関係者の参画が必要と思われる。本プロジェクト関係者のみならず、情報の発信が急務である。</p>
---	--

<p>総括 I</p> <p>上記1. ～2. までの評価に基づき当初の開発研究計画の進捗状況を中心に評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <p>当初の研究開発計画に則り、当初設定した研究開発目標をほぼ達成していると認められる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>サブテーマ①については、革新的な感染監視システムの構築であり、より本検出方法が広く汎用的な方法として受け入れられるものになるように検証の実地を継続し、さらなる確度の向上、迅速化・簡素化等に向けた研究開発が必要と考えられる。サブテーマ②については、省コスト・省エネといった観点に加え、本処理法の疫学的な検証を一層行うべきである。また、類似の処理法についても、これまで疫学的な評価が少なかったように思われるので、本研究において改めて疫学的なデータを収集し、その有効性を確認する必要がある。</p> <p>評価：(○を付けてください。)</p> <p>①. 大変良い  2. 良い  3. 普通  4. やや不十分  5. 不十分</p>
---	--

## Ⅱ. プロジェクトの開発研究成果の社会(地域・日本・世界)、経済、産業への還元状況

<p>1. 民間企業への技術移転進捗状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>サブテーマ②「初沈+ DHS システム」は、本プロジェクトの開発成果をもとに、平成 28 年度の国土交通省 B - DASH プロジェクトに採択され、民間企業を含む共同研究体により実証試験が開始された。今後、国連の SDGs の目標であるアジア、アフリカを中心とした開発途上国において衛生設備の整備のために求められる低コスト、省エネ・省資源、小面積、易維持管理の処理システムとして大いに普及することが期待される。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>水監視システムは、新たな社会システムの構築に向けた斬新かつ果敢、そして重要な、多くの産官学が集合した挑戦であると評価する。現時点において直ちに民間企業へ移転できる技術開発段階にはないが、民間企業への検出技術などに関して、将来的な波及効果を大いに期待したい。</p> <p>「初沈+DHS システム」は B - DASH プロジェクトに採択されたように今や実証段階にあり、今後は大学等の支援を受けつつ民間主導による事業化、引いては我が国の成長戦略の柱である水ビジネスの展開に資することが期待される。</p>
<p>2. 発明、特許権その他の知的財産権の状況について</p>	<p>現在まで、発明、特許権その他の知的財産権の取得はなし。</p> <p>(優れている点)</p> <p>特になし</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>現在までのところ特許権の出願・登録はないが、前処理の UASB 同様、今後「初沈+DHS システム」の実証及び導入が進む過程で特許権など、知的財産権の取得が期待される。</p>

<p>3. 論文・著書・学会等発表の状況</p>	<p>(優れている点)</p> <p>発表論文 34 編、学会等での発表回数（国際学会等 65 件、国内学会等 107 件）、国際学会等での招待講演数 3 件、ニュースレター等多岐にわたり、研究成果の外部向け発信が積極的に行われている。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし</p>
<p>4. 各種表彰・受賞・新聞報道等の状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>プロジェクトを主導する大村達夫教授の土木学会・研究業績賞をはじめ、8 件の表彰・受賞がある。いずれも本プロジェクトが志向する健全な水管理に資するものと評価されたものである。</p> <p>また、サブテーマ「水監視システム」は地場産業である水産業、とりわけカキ養殖との関連が深く、地元新聞に取り上げられ、地元での本システム構築への期待の高さが伺える。</p> <p>本研究の最終目的は、新たな社会システムを構築することであり、そのためには多くの市民の関心を集めながら研究の深度化と社会実装へと発展させていくことが重要であるが、医療関係者に加え、一般市民を対象としたシンポジウムなどを企画すること等により、下水道関係マスコミを超えた、NHK や一般紙で報道されるまでの取り組みを行ったことが高く評価される。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>カキ養殖等、水産業が盛んな地域において、水質に関わる課題を内包している地域は多く、効果的な「水監視システム」の構築に向け、全国的な連携の一層の強化が期待される。また、今後とも、継続的に一般紙等に取り上げられるよう、研究内容の進捗と一般への情報開示を期待する。</p>

<p>総括Ⅱ</p> <p>上記1.～4.までの評価に基づき、「新産業分野創出」に結びつく開発研究成果が出ているか（研究のアウトプット）、また現実に「新産業分野創出」<sup>注1)</sup>（研究成果に基づく産業活動のアウトカム）に結び付いているか、を中心に評価して下さい。</p> <p>注1) ここで言う新産業「分野」とは、新産業に結びつく新たな切り口・独自性。</p>	<p>（優れている点）</p> <p>本研究は、新たな社会システムの構築に向けた斬新かつ果敢、そして重要な、多くの産官学が集合した挑戦であり、新産業分野の創出を促す研究であると評価する。</p> <p>「水監視システム」では、対症療法から未然予防に移行するための新たな事業分野の創出が期待される。また、「排水」と「医療」とを繋いだ「情報・評価・予防」といった新事業分野（都市健康安全システム分野）の創出が期待される。</p> <p>「UASB+DHS システム」と「初沈+ DHS システム」では、国の成長戦略の柱の一つである水ビジネスの海外展開を図るうえで、開発途上国に適した処理システム（低コスト、省エネ・省資源、小面積、易維持管理）として大いに期待される。また、従来の有機物等の処理の範疇を超えた、疫学的な見地からの評価に基づいた新たな処理（運転・管理）方法の開発とウィルスを含む各種の測定と情報管理システム等の排水処理に絡んだ新技術システムの創出が期待される。</p> <p>（不十分な点）</p> <p>特になし</p> <p>（改善のポイント）</p> <p>開発途上国での適用性について、更なる知見の集積・改良が求められる。</p> <p>評価：（○を付けてください。）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. 優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。</li> <li>2. 優れた研究成果は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。</li> <li>3. 優れた研究成果を挙げているとは言えないものの、「新産業分野創出」に結び付く可能性は高い。</li> <li>4. 研究成果は他に優れたとは言えず、「新産業分野創出」に結び付く成果も期待出来ない。</li> </ol>
---	---

### Ⅲ. プロジェクトの研究費の実績

<p>総括Ⅲ</p> <p>外部資金の獲得状況と、その資金が十分に活用されているかの観点から評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <p>外部民間からの資金はないが、国から継続して年 1 億円超の資金が確保されている。CREST の「水利用領域」内での評価も高い。</p> <p>研究資金と成果について定量的な分析は困難であるが、当初設定したプロジェクトの開発目標がほぼ達成されていること、本成果をもとに今年度より国土交通省の B-DASH プロジェクトの「ダウンサイジング可能な水処理技術」として、標準活性汚泥法代替技術「DHS システムを用いた水量変動追従型水処理技術実証事業」が採択され、民間企業を含む共同研究体において実証試験が開始されたことはこれまでの研究資金が十分活用されていることの証左といえる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>民間資金等が投入された開発研究が併せて進められるよう、本プロジェクトのさらなる進捗を期待する。</p>
--	--

### Ⅳ. 総合評価

<p>総括Ⅰ～Ⅲを踏まえ、本プロジェクトを総合的に評価して下さい。</p> <p>全体として、当初の研究開発計画に則り、当初設定した研究開発目標をほぼ達成していると認められる。</p> <p>現行下水道法では下水道を都市の健全な発達と公衆衛生の向上とともに、公共用水域の水質保全に資する施設として、主に有機物の処理を対象としている。しかしながら、下水処理過程では感染性胃腸炎等、病原微生物の除去機能を有するとともに、オゾン処用等により処理性能が向上することも広く知られている。本プロジェクトは、従来の下水道行政の枠を超えて、水環境を保全するための最後の砦としての下水道の役割を発展させ、未来志向型の視点から水インフラをイノベーションしようとするものである。しかしながら、サブテーマ①の「水監視システム」は革新的な都市環境衛生予防システムの具体的な提案であり、その基本構想を形づくる技術開発に成功している。今後、各地域で実際に機能するための具体的な新たな水監視システムの構築に向け、多岐にわたる分野間の協力・連携した研究開発により、一層の拡張・深化が求められる。</p> <p>サブテーマ②については、「初沈+DHS システム」は、B-DASH の実証試験による評価に基づき、本邦主導の設計基準の整備等により、国の成長戦略の柱の一つである水ビジネスの国際展開に資するものであり、今後更なる支援策の構築が急務である。一方で、類似の処理方法についても同様だが、これまで疫学的な観点から排水処理法が評価されたことは少ないように思われる。本プロジェクトの目的達成に向け、疫学的な観点からの評価が必要である。</p> <p>社会実装においては、現状の分析・評価、行政の判断・指示、医療行為等々各部門において「責任・権限」等が問われる大きな問題を本システムが内在することを念頭に、理解ある公共団体の万全な協力のもとに実施段階へと移行していく必要がある。</p>	<p>(全体に対するコメントがありましたら、記載して下さい。)</p> <p>特になし。</p>
---	--



# 研究プロジェクト評価書面審査表(まとめ)

(研究プロジェクト評価書面審査委員氏名:◎猪俣 誠、薩摩 篤、古谷 博秀)

プロジェクト名	実験融合マルチレベル計算化学
プロジェクトリーダー名	宮本 明

## I. プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る評価等

1. 開発研究の進捗状況(当初の開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況)	<p>(優れている点)</p> <p>最終目標である「実験融合マルチレベル計算化学手法の確立と産業革新への応用」は、触媒、電池材料、潤滑剤、電子光材料、自動車、原子力の幅広い分野、多様な系において実験と計算化学を融合したマルチレベル計算化学手法を確立し、産業における実践的課題ニーズに応用できることを証明している。</p> <p>また、今まで経験と匠の世界であったスキーワックスなどの新規分野にも積極的にチャレンジしており、基幹産業および新規分野への応用とも当初開発計画を充分達成している。</p> <p>(不十分な点) (改善のポイント)</p> <p>開発研究計画に対する進捗は専門家から見れば充分であるが、ここまで開発が進捗していると出口を見据えた次のような計画と成果を期待する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多くの成果がソフトウェアとなっているが、これらのソフトウェアが開発の現場でいかに使われて、実用(あるいはその見込み)に用いられたかを示されるとより幅広い産業への応用が一層推進される。</li> <li>・具体的な成果は企業秘密にも関わるために、例えば今までの試行錯誤から理論設計による開発期間の短縮、長時間の試験時間(触媒寿命試験など)の短縮などについても評価できる計画になっていると、開発コストと時間を<u>定量的</u>に評価できる。</li> <li>・スキーのワックスは、比較的製品が成果として上がりやすくまた開発期間の短縮も評価しやすいと思われるので、今後の商品化と成果(スキーの国際大会での優勝など)に期待したい。</li> </ul>
2. 研究者の育成状況 (各種研究員の受入れ・国際交流の状況等を含む。)	<p>(優れている点)</p> <p>修士や博士学生が参画できない制約の中で、その分野でのシニア研究者や海外から若い研究者を受入れ、産業界の実践的課題に対して成果を出していることは高く評価できる。また、研究員を派遣した海外の企業が継続して研究を推進していることは研究者の育成のみならず実践的な手法が企業で評価されている証拠である。国内外の国際会議で研究成果を発表したり、海外からの研究者を招聘して、国際交流を積極的に推進しており、国際的な場面での情報発信と啓蒙がなされている。</p>

	<p>(不十分な点)</p> <p>特になし。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>プロジェクトリーダーの定年によって、システム上日本学生の教育が出来ないのは仕方ないとして、今後とも海外との交流を積極的に進めて、若い研究者に引き継がれることを期待する。海外に比べると国内企業からもっと研究者を派遣し、国内の産業革新に貢献してもらいたい、これは企業の問題かも知れない。</p>
<p>総括 I</p> <p>上記 1. ～2. までの評価に基づき当初の開発研究計画の進捗状況を中心に評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <p>研究者のリソースを学外に求めざるを得ない状況の中で、国内外の企業研究者やその分野のシニア研究者と連携して、多様な系において実験融合マルチレベル計算化学手法を確立し、産業界の実践的課題に応用できることを実証するとともに、その中で研究者の育成と国際交流を図っていることは、プロジェクトリーダーの研究開発マネジメント力が優れているものと高く評価される。特に、海外からの研究者の受け入れと国際的な場での招待講演などの活躍は特筆すべき点である。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>開発の進捗が計画を上回り、成果が大きいだけに、具体的に次につながるプロジェクトが明確になっていないのが残念である。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>米国は 5 年前にオバマ政権が生物のゲノム解析をまねて、コンピュータを徹底的に活用し、AI など最先端の情報・計算化学を駆使することで優れた性能を持つ新材料を生み出す速度を従来の 2 倍に高めることを目指したマテリアル・ゲノム・イニシアチブを立ち上げて、毎年 1 億ドルの開発費を投資すると発表している。世界の中でもトップレベルのこのような優れた計算化学手法がもっと国内の企業、大学に活用されるべきであるが、これは国や企業の技術戦略が問題かも知れない。</p> <p>今後、他の分野においても、若い研究者が中心となってソフトウェアをさらに発展し、現場で磨くことによって各ソフトウェアがオリジナリティと競争力を持つ強力なツールになるとともに、現場で容易に使えるようになることを期待する。</p> <p>評価：(○を付けてください。)</p> <p>①. 大変良い</p> <p>2. 良い</p> <p>3. 普通</p> <p>4. やや不十分</p> <p>5. 不十分</p>

## Ⅱ. プロジェクトの開発研究成果の社会(地域・日本・世界)、経済、産業への還元状況

<p>1. 民間企業への技術移転進捗状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>民間企業への技術移転はその数(200件)のみならず、ソフトウェアとして商品化された数(16件)共に多く、産業界にとって有用な成果が挙げられている証拠である。スキーワックスなどは最も匠の技が要求されるモノづくりの現場で競争力強化のツールとなっていることから、産学連携のコーディネートも上手く機能し、幅広い分野に技術移転の進展があったものと判断される。</p> <p>(不十分な点)と(改善のポイント)</p> <p>より多くの分野でメーカーなどの研究者が大学に来るだけでなく、モノづくりの現場でソフトウェアを発展させるアプローチもあっても良かったように思えるが、商品化されたソフトウェアを活用して今後現場にも期待する。</p> <p>開発プロジェクトに関わったメーカーの研究者がそれぞれの現場でソフトウェアを発展させるとともに、大学の若手研究者も現場に入り、産学の人材交流と連携が盛んになると理論と実践の融合と競争力のアップが一層進むものと期待される。</p>
<p>2. 発明、特許権その他の知的財産権の状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>コンピュータプログラム、データベースの著作権が数多くあり、そのほとんどが商品と新産業分野創出に繋がっていることは評価できる。多くの著作権を得ると同時に、これらの研究成果を大変効率良く産業分野へ橋渡ししている。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>研究の性質上、アウトプットがソフトウェアになるため著作権が多くなるのは理解できるが、技術移転の件数と比較してやや特許が少ないように思われる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>知財確保の状況は充分であるが、欲を言えばメーカーに本技術の意義を理解してもらい、モノの開発まで入り込んで、特許などに結びつくと言算化学の評価が一層高まる。</p>
<p>3. 論文・著書・学会等発表の状況</p>	<p>(優れている点)</p> <p>研究開発期間中に論文43報、著書7編、学会発表84件と十二分の成果を上げている。研究テーマによってそのアプローチ方法は異なるものの、素材、機能性材料、システムなどマイクロ・メソ・マクロ領域を扱うためのマルチレベルコンビ化学計算手法の応用が多様な系で報告されており、単に計算だけでなく実験と融合して適用性の高さと適用範囲の広さが示されている。また、Nanoscale (Impact Factor=7.8)に掲載された論文もあり、質的にも高い成果が出ている。</p>

	<p>(不十分な点) 特になし</p> <p>(改善のポイント) 特になし。</p>
4. 各種表彰・受賞・新聞報道等の状況について	<p>(優れている点) 表彰は8件、新聞発表も多数あり、成果の発信とその評価は研究成果に充分見合っている。特に、海外での受賞が多く、当該分野での我が国の技術がトップレベルであることを示している。</p> <p>(不十分な点) 特になし。</p> <p>(改善のポイント) 共同研究立ち上げ時点での新聞発表が多いが、欲を言えば共同研究の結果で得られた成果に関する報道も今後出てくることを期待する。</p>
<p>総括Ⅱ</p> <p>上記1.～4.までの評価に基づき、「新産業分野創出」に結びつく開発研究成果が出ているか(研究のアウトプット)、また現実的に「新産業分野創出」<sup>注1)</sup>(研究成果に基づく産業活動のアウトカム)に結び付いているか、を中心に評価して下さい。</p> <p>注1) ここで言う新産業「分野」とは、新産業に結びつく新たな切り口・独自性。</p>	<p>(優れている点) 国内外でビッグデータやAIを活用した第4次産業革命が期待されているが、プロジェクトリーダーは早くから量子論の積み上げによるミクロ・メソ・マクロマルチスケール・マルチフィジックス計算化学手法の確立と新産業分野への応用を一貫して目指してきた。その長年の研究成果として、商業化されたソフトウェア16件、コンピュータプログラム、データベースの著作権が153件、総説43報、学会発表84件、著書7編と十分な成果を上げている。多くの成果が基幹産業や新規分野の実践的課題に対して応用されることが実証されるとともに、少なくとも企業の現場における経験に基づいた試行錯誤や長期間の試験の積み重ねによる従来型の開発から理論と実験の融合した計算化学による予測や設計が導入されることによって技術のブレークスルーや開発期間の短縮が期待される。国際学会や新聞などによる報道で積極的に成果をアピールしており、新産業分野の裾野を広げるために重要な情報発信になっている。</p> <p>(不十分な点)と(改善のポイント) スキーワックスなどでは実施されているが、他の分野においてもより現場に近いところでソフト開発がなされると実験融合マルチレベル計算化学がより広い産業分野に水平展開できる可能性が高まる。 今後、共同研究の結果で得られた成果に関する報道も出てくることを期待する。成果に如何に結びついたかを追跡できると一段と評価と普及は高まる。</p>

	<p>評価：（○を付けてください。）</p> <p>①. 優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。</p> <p>2. 優れた研究成果は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。</p> <p>3. 優れた研究成果を挙げているとは言えないものの、「新産業分野創出」に結び付く可能性は高い。</p> <p>4. 研究成果は他に優れたとは言えず、「新産業分野創出」に結び付く成果も期待出来ない。</p>
--	--

### Ⅲ. プロジェクトの研究費の実績

<p>総括Ⅲ</p> <p>外部資金の獲得状況と、その資金が十分に活用されているかの観点から評価して下さい。</p>	<p>（優れている点）</p> <p>プロジェクトリーダーの長年の研究実績の積み重ねと優れた研究マネジメント力が毎年2億円以上の研究費獲得に繋がっているものと高く評価される。潤沢な外部資金の獲得だけでなく、高い研究開発管理能力が上記の成果に繋がっていると思われる。</p> <p>（不十分な点）</p> <p>特になし。</p> <p>（改善のポイント）</p> <p>今後、民間企業の競争力に結びつくように産と学が密に連携することが重要と考えられ、それによってより多くの民間資金獲得につながると考えられる。</p>
--	--

### Ⅳ. 総合評価

<p>総括Ⅰ～Ⅲを踏まえ、本プロジェクトを総合的に評価して下さい。</p> <p>産業の出口を見据えて、最も上流に位置する量子論から始まり、それを積み重ねてミクロ・メソ・マクロ領域を扱うためのマルチレベル計算化学手法を素材、機能性材料、システムなどの実践的課題に応用できる段階まで完成されたことは、外部資金の獲得、論文発表や企業への技術移転、受賞や新聞発表の豊富な実績を見れば明白である。これはプロジェクトリーダーが当該分野の第1人者として、長年にわたって多様な系に常に計算化学手法を進化させながらチャレンジしてきた結果であるとともに、幅広い分野・産業界から実践的課題と人材、資金を獲得してきた研究開発管理者としての高いマネジメント力によるものと評価できる。</p> <p>世界は今や如何に多くの情報データを収集し、AIやソフトウェアを駆使して新たな産業やビジネスに結び付けることにやっきになっている中で、理論や実践のデータの融合した計算化学手法はまさに時代を先取りしたサイエンスであり、テクノロジーである。ワックスのような経験に基づく匠の分野や原子力のような安全性の検証が難しい分野にも応用範囲を広げて、幅広い産業分野に応用できるように実践的計算化学の集大成と体系化を図ってもらいたい。</p> <p>（全体に対するコメントがありましたら、記載して下さい。）</p> <p>配布された資料から今後の方針を見る限り、技術の伝承の点で心もとないと思われる。計算化学は幅広い工学や理学の分野（化学、電気、機械、システム・・・）に適用できるようになってきたので、学生の指導はできないにしても研究室間の連携を促進して、多様な系で人材育成と技術伝承が図れるのではないのでしょうか。そしてそのような人材が幅広い産業界で活躍して、現場で容易に使えるようになることを期待します。</p>
---

## 研究プロジェクト評価書面審査表(まとめ)

(研究プロジェクト評価書面審査委員氏名: ◎田辺 恒彰、辻井 敬亘、嶋林 ゆう子)

プロジェクト名	超低摩擦技術の開発
プロジェクトリーダー名	栗原 和枝

### I. プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る評価等

1. 開発研究の進捗状況(当初の開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況)	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全体として研究開発は計画通りに進展している。プロジェクト前半での、実用化を想定した基盤研究(装置開発、手法開発、現象解明、解析/シミュレーション)の結果が、後半での実用化研究、設計指針獲得、具体的な改良、<u>高性能化</u>の実証につながられている。</li> <li>・基盤研究における特筆すべき成果は： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 摩擦面その場観察用 XPS 装置を開発、準大気条件を含む環境制御下での特性評価に成功し、「なじみ」過程を解明した。</li> <li>2. 疑似実機条件でのナノ計測手法を確立、マクロ摩擦の分子論的な理解に貢献した。特に、狭小隙間における潤滑油等の異常物性や特異な界面物性の発現を実証した。</li> <li>3. トライボシミュレータの大幅な高速化を達成、トライボ化学反応の大規模計算に成功、各目標設定課題に適用した。</li> </ol> </li> <li>・実用化技術としての特筆すべき成果は： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 油潤滑：添加剤 MoDTC の境界潤滑膜形成機構を解明、その効果を促進する基材や助剤を提案した。また、樹脂コーティングでは、弾性変形による油膜保持能向上を検証した。</li> <li>2. 水潤滑：DLC 膜における大気中予すべり効果の発現機構を解明、高温水中での効果促進を検証し、DLC 膜材料の設計指針を提案した。</li> <li>3. 固体潤滑：PTFE/アルミニウム界面でのトライボ反応の摩擦特性に及ぼす影響を解明し、その制御を実現する PTFE 複合材料を開発した。</li> </ol> </li> </ul> <p>以上、摩擦現象の理解と低摩擦設計指針の確立という観点では、開発研究は順調に進捗していると判断される。</p> <p>(不十分な点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・油潤滑、水潤滑、固体潤滑それぞれについて、トライボ領域全体から見ての、目標設定の背景、客観的達成効果、成果の意義が報告書からは読み取りにくい。</li> <li>・実機における摩擦現象では、様々な要因が複雑に関与するため、本プロジェクトでの計測環境とは依然距離がある。したがって、ここで提案した低摩擦設計に対する技術課題の検証が今</li> </ul>
---------------------------------------	--

	<p>後の課題として残っている。しかし大学において、高度に制御された環境での計測に特化して最先端の高精度データを取得するのは評価すべきことであり、この「不十分な点」は今後も取り組むべき重要課題として指摘するものであり、本プロジェクトの計測環境を否定するものではない。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>成果の実用化、アウトプットの最大化を願って、下記の点を指摘させていただく。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・参画企業において、本プロジェクトの成果を組み込んだ実機評価を加速すること。</li> <li>・死の谷をこえるための、課題設定と時間軸を考慮した研究。</li> <li>・日本、東北への経済効果（及びそのための権利化）を強く意識して今後の展開を検討すること。</li> </ul>
<p><b>2. 研究者の育成状況</b>  <b>(各種研究員の受入れ・国際交流の状況等を含む。)</b></p>	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・毎年継続的に14～18名の民間等共同研究者を受け入れるとともに、ポスドクや大学院生も参加する体制を構築している。また大学からは4名の教授、10名の若手教員が参画し、実質的な産学共同体制で実施されている。このような体制は、産学連携拠点ならではの切磋琢磨を通じた人材育成としてふさわしいものと評価される。</li> <li>・海外からの研究者を招聘してのシンポジウムなどは、開発の進展だけでなく若手研究員の育成の観点からも評価される。</li> </ul> <p>(不十分な点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・異なる企業からの研究者間の交流、異なるテーマ間の情報交換は育成上きわめて有効であると考えるが、このような活動に関しては報告書からは読み取れない。</li> <li>・報告書から読み取るのは困難であるが、研究者の育成状況がテーマによってばらつきがあるようにも見える。</li> </ul> <p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人材育成の観点からも、本プロジェクト終了後、本トライボロジー拠点を、その体制を最適化しつつも、これを維持、運営する意義は大きい。継続的な支援が必要であろう。</li> <li>・ここで構築した産学ネットワークを活用し、プロジェクト終了後も人材交流を継続すること、それによって、民間研究者もより積極的な学会・論文での発表等を通して学外に開いた学術交流を展開することを期待する。</li> <li>・多くの技術領域、経歴の研究者が集まる貴重な機会である。各人の成果について技術原理や波及効果などに関する相互交流の場を意識して設定してはどうか。</li> <li>・研究者の成長を評価する客観的指標のようなものは作れないだろうか？</li> </ul>



<p>総括 I</p> <p>上記1. ～2. までの評価に基づき当初の開発研究計画の進捗状況を中心に評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・トライボロジーに関する基盤技術の確立、実用化技術課題への対応、研究者育成、拠点整備の観点での設定目標、計画、実績とも満足できるものである。今後も材料研究の一つのモデルケースとして継続してほしい。</li> <li>・特に、研究開発においては、実用技術課題を油潤滑／水潤滑／固体潤滑として切り分け、企業研究者との緊密な連携を実現するとともに、設計／計測／シミュレーションを共通基盤として確立、これを横串として、汎用的かつ実質的な技術開発を推進している。設定された3つの潤滑系において、有効な低摩擦設計指針を提案するに至ったことは、マクロな摩擦現象をミクロな材料物性と結びつけることの重要性と有用性を示唆し、本プロジェクトの大きな成果である。今後、さらなる基盤技術の進歩、応用展開、実用化への進展が期待できる。</li> </ul> <p>(不十分な点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・産学連携の難しい点ではあるが、企業内で蓄積・確立されてきた技術から質・量の両面でどのような進展があったのか、出発点と到達点が不明確な部分が残っているように思われる。今回の成果を踏まえての、実用化までの課題と計画についての記載があればこれがわかりやすくなると思う。</li> <li>・さらに東北の復興や発展につなげる道筋についても考察を記載してほしい。</li> <li>・材料／計測／機械／計算科学が融合した基盤技術／装置の共用を継続してもらいたい。</li> </ul> <p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・背景の異なる多様な研究者が協働するので、ある程度の目的や研究意義に齟齬が生じるのはやむを得ないが、それを乗り越える仕組みを考えたい。</li> <li>・実用化に確実に繋げるためには、産業界で確立された計測・評価手法をどの時期に取り込むかが重要になろう。</li> <li>・今後も産学連携を継続し、研究開始当初から産に受け渡すことを強く意識した材料開発を行うことを期待する。</li> </ul> <p>評価：(○を付けてください。)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. 大変良い</li> <li>2. 良い</li> <li>3. 普通</li> <li>4. やや不十分</li> <li>5. 不十分</li> </ol>
---	---

## Ⅱ. プロジェクトの開発研究成果の社会(地域・日本・世界)、経済、産業への還元状況

### 1. 民間企業への技術移転進捗状況について

(優れている点)

- ・5年間という研究期間とテーマの難易度を考慮すると現時点での社会、経済、産業への還元は満足できるレベルである。また応用展開が可能な基礎技術と参画企業からの技術課題達成の両面からの成果が出ているので、今後の技術移転、実用化、経済への波及は大きく期待できる。
- ・参画企業の技術課題を掘り下げて目標を設定し、鍵となる(実用系での)摩擦現象について原理的・理論的な理解に注力して、これを解明し、さらには、新しい材料設計指針の提案にも至っている。特に、ナノ計測とシミュレーションにより実機条件を念頭に基盤的評価を行い、加えて、摩擦面その場観察の実現により、上記課題に対する個別要素を明確化、新たな設計へと繋げている。今後、これらの研究成果については、技術移転が加速されるものと期待する。例えば、低摩擦・高潤滑機械システムの構築に向けて、油潤滑における材料組織・モルホロジー制御、水潤滑における DLC 膜の大気中予すべり効果の促進、固体潤滑におけるトライボ反応制御など、実用的技術に展開しうる。
- ・固体潤滑 PTFE 樹脂材料に関して実機適用を見据えた材料設計・試作にまで踏み込んだことや、油潤滑の特許取得など、今後の発展の期待は大きい。
- ・速乾性雪滑り塗料の開発では具体的な商品化まで到達しており、評価できる。
- ・宮城県産業技術総合センターや東北経済産業局など、学内組織と連携の上、地元組織を活用して新たな産業ネットワークを構築する活動を行ったことも、他の見本となるものである。

(不十分な点)

- ・企業との共同研究という性格上、難しいと理解できるが、報告書からは各研究領域での具体的用途、波及効果、経済効果が読み取れない。
- ・民間企業への成果の技術移転は、主には、参画企業の持ち帰り研究開発を中心として進められることとなろうが、そのフォローアップ体制は必ずしも十分とはいえない。成果が死蔵されることのないように願う。
- ・本プロジェクト成果のブレークダウンにより、トライボロジー的視点が明確でない分野にも応用可能であると期待される。他産業への展開も期待する。さらなるブレークダウンを期待する。
- ・いくつかの実績はすでに上がっているものの、特に地域企業に対して、より身近な問題としての意識向上施策や技術相談を継続的に実施できると望ましい。

	<p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間への技術移転の「成果」は、件数だけではなく、技術レベルや売上などの経済価値も評価項目に入れられないだろうか。</li> <li>・成果の活用にあたり、その有用性の周知と使いやすい知財としての権利確保を進めてもらいたい。</li> <li>・それぞれの成果について、トライボ全体にとっての意義、展開可能性を検討することで、社会還元の質・量を拡大してほしい。</li> <li>・用途先が非常に広範である本分野の特徴を踏まえ、今後は、得られた研究成果の活用範囲の広がりを期待する。</li> </ul>
2. 発明、特許権その他の知的財産権の状況について	<p>(優れている点)</p> <p>出願5件はやや物足りない感もあるが、プロジェクトが基礎研究や解析手法の開発から開始したことを考慮すれば妥当な出願数ともいえる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>評価資料情報(実質昨年度までの発明・出願件数のみ)では定量的な評価が難しい。また、評価資料には知財戦略に関する記載がない。是非とも、本プロジェクト研究成果としての特許整備を検討されたい。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本プロジェクトの成果はきわめて基礎的、汎用的なものが多く、実用化されれば全世界が実施対象になる。ぜひ外国出願も検討していただきたい。</li> <li>・基礎、解析周辺の出願は侵害発見性、排除性の確保がポイントであるが、明細書を確認できないのでこの点が気になる。</li> </ul> <p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・11件の論文、33件の国際学会発表、88件の国内学会発表に対して国内出願5件は少ない感がぬぐえない。論文投稿、学会発表の前に権利化できる発明がないかどうかを検討する機会があったのでしょうか？</li> <li>・復興への寄与の目標レベルにもよるが、知財なくして経済価値なし。東北復興への寄与を極大化するためにも、ポイントになる技術は確実に権利化したい。</li> <li>・特に、低摩擦化設計指針等は、プロジェクト終了後に、有効活用できる制度設計が望まれる。</li> </ul>
3. 論文・著書・学会等発表の状況	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究論文投稿、国際学会発表、国内学会発表、招待講演件数は十分な数である。これらの対外発表を通じて人材育成にも多大な貢献をしていると思われる。特に、若手教員による実績も積み重ねられており、評価に値する。</li> <li>・代表論文5編はいずれも、本プロジェクトの最重要課題に対して高いレベルで取り組み、新規性、革新性、応用展開性の観点から非常に優れた内容であり、今後の高度トライボ設計に大きく資するものと判断される。</li> </ul>

	<p>(不十分な点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・特にないが、論文発表がなされている分野（グループ）に偏りがあるように見える点が気になる。</li> </ul> <p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・知的財産の取得を積極的に行うための仕組み、工夫があればさらに良いであろう。</li> <li>・効率的な知的財産管理費用の投資とするために、強い特許の取得となるよう、共同研究先の産業界の理解と支援を得ることが重要である。</li> <li>・プロジェクト終了にあたり、産学連携プロジェクトゆえに特許化を優先しつつも、人材育成やアウトリーチの観点から、学術的論文としての発表も検討されたい。</li> </ul>
4. 各種表彰・受賞・新聞報道等の状況について	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・4件の受賞、7件の新聞報道があり、社会からの認知がなされていることがうかがえる。</li> <li>・シンポジウムに加えて、ニュースレターの発行、技術セミナーの開催などの研究成果の社会発信についても配慮されている。</li> <li>・新聞報道内容も、前半は「期待」の内容であったが、後半では「成果」についての記載に変化してきていることも評価される。地元企業の関心を喚起することにも貢献したと思われる。</li> <li>・3件の受賞はいずれも、本プロジェクトに直結した内容であり、高く評価できる。</li> </ul> <p>(不十分な点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・社会発信について、次世代を担う若手研究者の顔がいま一つ明確でなかった。</li> <li>・若手や民間企業からの研究者が何らかの賞を受賞できていれば、あるいはそのように喚起すれば、プロジェクト終了後も見据えた産学連携のより強い求心力となったであろう。</li> </ul> <p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・優れた成果が上がっているだけに、プロジェクト完遂に向けて、さらに積極的なアウトリーチ活動が望まれる。</li> </ul>
<p>総括Ⅱ</p> <p>上記1.～4.までの評価に基づき、「新産業分野創出」に結びつく開発研究成果が出ているか（研究のアウトプット）、また現実的に「新産業分野創出」<sup>注1)</sup>（研究成果に基づく産業活動のアウトカム）に結び付いているか、を中心に評価して下さい。</p> <p><small>注1) ここで言う新産業「分野」とは、新産業に結びつく新たな切り口・独自性。</small></p>	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・学会誌への投稿、多くの学会発表、シンポジウムの実施などにより、存在感が感じられ、また社会還元も十分になされていると評価される。</li> <li>・油潤滑における材料組織・モルホロジー制御、水潤滑におけるDLC膜の大気中予すべり効果、固体潤滑におけるトライボ反応制御などは、新たな低摩擦化技術として、「新産業分野創出」に結びつく成果と位置づけられる。今後、参画企業を中心に、実機への応用実証を経て、「新産業分野創出」に繋がるものと期待される。</li> <li>・地域企業との積極的な技術交流や、摩擦に限定しない表面・界面評価にも先端機器を活用するといった活動が行われている。</li> </ul>

	<p>(不十分な点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地元産業への貢献程度の定量的な考察、さらにそれを増大させるための今後の計画や知財戦略が読み取れない。</li> <li>・本プロジェクトの成果については、新規性、革新性は大きいですが、「新産業分野創出」に結びつけるには、開発技術の産業的価値を検討するためのもう一段階のアクションが必要と感じる。</li> <li>・プロジェクト終了後の参画企業による持ち帰り検討の枠組みが十分に整備されていないように見受けられる。知財戦略やフォローアップ体制強化を含めた取り組みが望まれる。</li> </ul> <p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・提案の低摩擦化指針について、実機モデル系（シリンダライナ）での検証が進めば、民間企業での開発モチベーションが大きく増進するものと期待される。</li> <li>・研究参画企業に限定しない他分野・他企業の開拓をさらに行うべきポテンシャルを有している。</li> </ul> <p>評価：（○を付けてください。）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。</li> <li>②. 優れた研究成果は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。</li> <li>3. 優れた研究成果を挙げているとは言えないものの、「新産業分野創出」に結び付く可能性は高い。</li> <li>4. 研究成果は他に優れたとは言えず、「新産業分野創出」に結び付く成果も期待出来ない。</li> </ol>
--	--

### Ⅲ. プロジェクトの研究費の実績

<p>総括Ⅲ</p> <p>外部資金の獲得状況と、その資金が十分に活用されているかの観点から評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・措置された研究費に関して、最先端装置開発を含む前述の基盤的研究成果ならびに産学協同による次世代技術開発成果に加えて、地元企業へのサポート、参画研究者の人数から判断して、有効活用され、健全に運営されていると判断できる。また、サポイン事業などを活用して、本開発技術の当該地域企業での横展開にも努めている点も評価に値する。</li> </ul> <p>(不十分な点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間資金活用という観点では、連携企業による人的リソースの投入が主であった。今後は、研究開発資金投入による具体的な実用化検討、特に、参画企業による自社での技術展開に期待したい。</li> </ul> <p>(改善のポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクトで構築した産学連携体制や拠点形成を、終了とともに消散させないよう、維持・発展させる方策を検討・実行することを期待する</li> <li>・成果を大きなアウトカムに繋げるためには、民間への技術移転を促進し、民間資金の積極的な活用を図る枠組みが望まれる。</li> </ul>
--	---

## IV. 総合評価

総括Ⅰ～Ⅲを踏まえ、本プロジェクトを総合的に評価して下さい。

### 【評価される点】

#### ●全体

- ・摩擦低減技術は、省エネ、低環境負荷に資する最重要課題の一つであるが、世界におけるトライボロジー研究の拠点として、求心力のある環境と実績ができたと感じる。
- ・異なる専門分野で高い基礎科学力を有する大学の研究室が「低摩擦」を柱に協力することで、企業からの研究者が集結し産学連携を成功させた。トライボシミュレータや高度計測技術を活用し、基礎研究と応用研究を縦横に結ぶことによって得られた成果のインパクトは大きい。

#### ●アプローチと技術成果

- ・科学的アプローチが困難な摩擦という領域において、企業での経験と大学での高度なサイエンスがうまく融合されて革新技术につながってきていることは高く評価される。
- ・従来の高度な“ノウハウ”を次世代最先端設計につなぐためには、マクロな摩擦・摩耗・潤滑特性を、ナノあるいは分子レベルで理解することが不可欠であるが、従前、これを評価・理解するツールがなかったこと、摩擦下、特に、いわゆる「なじみ」状態のその場観察が困難であったこと、機械工学／材料化学、学術／技術などの融合が人材育成も含めて十分でなかったことなどから、大きなブレークスルーを達成するには至っていなかった。本プロジェクトは、低摩擦化における産業界からの問題提起をもとに、上記の課題に果敢に取り組み、大きな成果をあげた。
- ・特に、基盤技術の確立ではまさに、産業界からの技術課題について最先端学術を駆使、また、その鍵となる技術課題を特化することにより、最終目標を達成するための研究手法ならびに道筋を明確化したことは高く評価できる。
- ・権利化につなげられる、低摩擦化のための仮説やメカニズム、コンセプトが数多く提示されている。特許出願を意識しての考察やデータ蓄積を期待する。

#### ●体制、人材育成、地域貢献

- ・非常に多くの論文投稿、学会発表がなされており、これは若手研究者育成の観点からも非常に意義あるものと思われる。
- ・設計（機械・材料学）、計測（ナノ界面科学）、シミュレーション（計算科学）、材料システム（トライボロジー）を融合・連携したトライボロジー拠点を形成し、人材育成や地域連携でも様々な工夫と試みが実施されている。

### 【要望】

- ・本プロジェクトで得られた手法、知見の連携・融合を行い、世界におけるトライボ研究のセンターとなるべく活動を継続していただきたい。
- ・革新的な評価技術が創出されており、また油潤滑／水潤滑／固体潤滑系における技術課題の解決に取り組み、次世代材料設計指針の提案に至っている。本成果をさらに有用なものにするために、下記の点を指摘させていただく。
  - 残された課題の整理、それを行う体制検討。継続的な活動を期待する。
  - 権利化：周辺特許を含めた追加出願、外国出願
  - 技術展開：低摩擦化以外の幅広い産業領域への応用展開の検討
  - 成果、結果の考察深化：その意義についてさらに広い視野からの議論を行う
  - 実用化に向けて：今後の課題に関して、その意義や具体的内容を検討する
- ・実用化に向けた時間軸を入れた計画と達成目標が曖昧な部分が残ったため、成果の達成度を客観的に捉えることができず、成果の過小評価に繋がる可能性がある点があるのが気になる。

(全体に対するコメントがありましたら、記載して下さい。)

- ・自己評価報告書の目的である、ナノテク研究拠点としての「トライボロジー拠点」の形成は十分にできたと評価できるが、その後の「東北復興」、「新産業形成」、「科学技術振興」については、どれを重視するかで開発戦略、対外発表戦略、出願戦略が異なる。最終目的と目標をもう少し絞り込んだほうがわかりやすいかもしれない。たとえば、論文と出願のどちらを優先するかなど。

- ・摩擦/摩耗/潤滑の制御は重要かつ成熟した技術でありながら、数多くの要因が絡み、かつ、それがダイナミックに変化するために、実機システムの詳細な現象解明・理解は必ずしも十分ではなかった。一方、(広く社会に普及している)成熟技術であるが故に、その革新は社会的に大きなインパクトを与えるものである。我が国がこの分野における技術的優位性を確保し、また、そのための人材育成を推進するために、本プロジェクトで形成された産学連携拠点は大きな役割を担えると考えられ、体制等の最適化を図りつつも、その継続的な活動を期待したい。

- ・これまでつきあいのなかった地元企業に成果や計測技術を展開することに成功した背景には、コーディネータ各位や大学本部各位のご苦勞・ご尽力があったと思われます。今後のご活躍をお祈りしています。

# 研究プロジェクト評価書面審査表(まとめ)

(研究プロジェクト評価書面審査委員氏名: ◎辻 伸泰、齋藤 一也、生田目 俊秀)

プロジェクト名	先端電子部品用配線材料および配線形成法の開発研究
プロジェクトリーダー名	小池 淳一

## I. プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る評価等

1. 開発研究の進捗状況(当初の開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況)	<p>(優れている点)</p> <p>本プロジェクトでは、(Ⅰ)集積回路用配線、(Ⅱ)太陽電池用配線、(Ⅲ)高精細平面ディスプレイ用配線、(Ⅳ)電力変換用 SiC パワーモジュール用配線の 4 分野においてブレークスルーを生じさせる配線材料・製造技術を提供することを目指とした研究開発を行なった。このうち 2 分野((Ⅲ) 高精細平面ディスプレイ用配線、(Ⅳ) 電力変換用 SiC パワーモジュール用配線)については国内外の市場状況や共同研究企業の方向性変化といった外的要因を鑑みて平成 26 年度に開発を終了し、優先すべき他の 2 分野((Ⅰ) 集積回路用配線、(Ⅱ) 太陽電池用配線)にリソースを集中して研究を加速させている。最終年度まで継続した 2 課題においては開発研究計画に則した優れた成果をあげており、高く評価できる。</p> <p>(Ⅰ) 集積回路用配線に関しては、世界最先端の<u>量産工程</u>において世界標準材料として採用されており、着眼の先見性の高さと研究成果の応用規模は他に類を見ない。また、計画の Cu 合金の応用開発に留まらず、プラグ用 Co 合金および Co-Ti バリアメタルにまで開発範囲を進展させており、当初の計画を超える進展である。特に、中間評価で改善のポイントとされていた PVD 法の限界を打破するために、ALD 法でデータを取得して、業界へアピールしている点が評価できる。</p> <p>(Ⅱ) 太陽電池用配線に関しては、新規性のある Cu ペーストの開発を進め、量産化のために「株式会社マテリアル・コンセプト」を起業し生産を開始しているが、当初予定した太陽電池メーカーとの試作ラインの設置・検証は、予算面の制限により実行できずにいる。しかしながら、台湾企業との協力関係を維持し、実用に向けての検証を継続している。また、材料開発だけに留まらず、拡散クリープ理論の展開、PID 特性試験装置と評価プログラムの開発など、関連する課題にも精力的に取り組んでおり、数多くの進展が見られる。銅ペーストをスクリーン印刷法で平面電極形成およびビア穴への埋め込みなどへ形成する技術を開発することで、太陽電池以外の分野へ幅広く展開できたことは高く評価できる。</p>
---------------------------------------	---



平成26年度で終了した2課題のうち、(Ⅲ) 高精細平面ディスプレイ用配線においては、開発した Cu 合金が酸化物半導体用 TFT に十分応用できることを検証し、また民間企業がこの材料を採用・生産もしているため、途中終了とはいえ、初期の目標を達成していると判断できる。特許譲渡で収入を獲た点も評価できる。(Ⅳ) 電力変換用 SiC パワーモジュール用配線については、当開発と企業側開発のフェーズが合わずに採用されなかった。

ただし、この2課題を途中終了したために、前記2課題の開発が加速され、大きな成果に繋がったものと考えられ、(Ⅰ)集積回路用配線、(Ⅱ)太陽電池用配線の2分野に重点化した判断は、柔軟かつ適切であったとむしろ高く評価できる。

(不十分な点)

選択と集中のために(Ⅲ)(Ⅳ)の2分野を終了したことは適切な判断であると考えられるが、もしもリソースが潤沢にあった場合、終了分野においても以下のような可能性があるものとする。

(Ⅲ) 高精細平面ディスプレイ用配線：現在の酸化物半導体を用いた製造ラインでは、未だ Cu 配線の工程には問題が残存する。Cu 合金の開発継続により、現在の生産上の問題を解決できる可能性がある。

(Ⅳ) 電力変換用 SiC パワーモジュール用配線：SiC パワー半導体の開発は、上述の通り企業側のニーズと合致せずに終了しているが、今後大電流密度を必用とするデバイス、例えば高輝度 LED などでも接触抵抗の低減、電極による反射率改善や光吸収の低減などの課題が残存し、配線材料からの開発課題克服の可能性はある。

また、中間評価で改善のポイントとして指摘のあった(Ⅱ)テーマの台湾・中国などとの低価格競争へ負けないビジネスモデルの記載が最終報告書にあった方が良い。さらに、組織図において、(Ⅳ)電力変換用 SiC パワーデバイス用配線で参画していた新日本製鐵の当初の役割と中止になった時の合意点について記載があることが望ましい。

(改善のポイント)

特になし。

<p>2. 研究者の育成状況 (各種研究員の受入れ・ 国際交流の状況等を含む。)</p>	<p>(優れている点)</p> <p>本研究開発の過程で、H28 年度修了見込み者を含めて 22 名の修士号取得者、11 名の博士号取得者（うち社会人 6 名）を輩出しており、大学研究室として高いレベルの人材育成を達成している。社会人博士課程学生が毎年いることは、企業も興味を持つテーマであることを意味しており、評価できる。本プロジェクトに従事した研究室の博士学生 1 名が LG ディ스플레이に就職し、本成果と関連した配線技術の量産技術の開発に従事している事実から、上記卒業生が関連企業において関連する研究を応用・発展させていることが伺え、民間企業・研究所等に有用な人材を輩出していると評価できる。また、のべ 35 名の民間研究員、4 名の修士課程・博士課程学生も受け入れている。</p> <p>本研究を進める中で、仏・Air Liquide Laboratories 社との NDA 締結、米・Lam Research との共同研究契約締結さらに Wayne State University および SAFC Hightec を含む共同研究への発展、蘭・ASM International 社との共同研究契約締結、台・TSMC 社との共同研究契約締結、台・MOTEC Industries 社との NDA 契約締結、産総研福島再生可能エネルギー研究所との共同研究など、国内外の多くの研究所・企業とも連携し、世界的に交友の場を広げており、技術向上と国際的な認知度が高まっていることを意味している。さらに国際会議で計 40 件の発表を行っており、そうした環境下での研究は、人材育成にも良い影響を与えているものと考えられる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし。</p>
--	--

総括 I

上記1. ～2. までの評価に基づき当初の開発研究計画の進捗状況を中心に評価して下さい。

(優れている点)

半導体材料に関する市場や共同研究先企業などのダイナミックな変化の中、当初設定の4分野に関する配線材料・製造技術に関する優れた成果を得つつ、適切かつ迅速な判断で(Ⅰ)集積回路用配線、(Ⅱ)太陽電池用配線の2分野に重点化することを決断し、複数の国際的な共同研究にまで発展させている点は高く評価されるべきである。特に(Ⅰ)集積回路用配線に関して、本研究の成果であるCuMn合金が世界の最先端の量産工程において世界標準材料として採用されていることは特筆すべき成果である。海外の複数の半導体大手メーカーと共同研究している点は、技術の高さが認知されているためと考えられる。また、若手人材育成に対する貢献も大きいことを数字が物語っており、人材育成、国際交流の観点からも順調に研究計画を実行できている。毎年、修士および博士課程の学生が参画していることは、将来のリーダー育成へ向けて大変好ましい。

(不十分な点)

特になし。

(改善のポイント)

特になし。

評価：(○を付けてください。)

- ①. 大変良い
2. 良い
3. 普通
4. やや不十分
5. 不十分

## II. プロジェクトの開発研究成果の社会(地域・日本・世界)、経済、産業への還元状況

<p>1. 民間企業への技術移転進捗状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>H28 年 6 月までの実績で、計 13 件(うち東北 7 県内の民間企業へは 10 件)の技術移転を達成しており、それら全てが新産業分野創出に結びついている。民間企業への技術移転から計 6 件の商品化が検討され、うち 2 件が実際に商品として結実している。優れた実績である。また当初想定していなかった分野への実用化として、宇宙衛星に搭載される電子部品に当該技術が使われることがほぼ決定されており、東北版「下町ロケット」への展開もありうるなどの新規展望も生じている。</p> <p>個別課題に対する具体的評価点は以下の通り。</p> <p>(I) 集積回路用配線：本開発研究成果である CuMn 合金が世界標準材料として半導体業界に認知・利用されており、世界の半導体産業に貢献できている。また次世代技術開発研究においても、世界屈指の半導体大企業と共同研究を行っている。具体的には、世界最大の半導体ファウンドリー企業である TSMC 社、世界第 2 位の半導体製造装置メーカーである Lam Research 社とそれぞれ異なるアプローチで研究を進めており、大いに成果が期待できる。新技術開発と技術移転が同時進行している。民間企業への技術移転として高く評価できる。</p> <p>(II) 太陽電池用配線：Motech Industries 社と実質的に共同研究を進めており、2018 年下期量産を目指して技術移転を進めている。太陽電池用信頼性試験システムでは島津製作所、部材開発・利用では三井化学で製品化を検討している。太陽電池用に開発した Cu ペーストの多様な用途への応用展開も進んでいる。宇宙衛星搭載の光通信デバイス用途を含む高機能セラミックス上への配線、貫通穴への埋め込み、などの様々な用途の要望があり、TDK、グンゼ、日本ガイシ、旭硝子などへの技術移転の可能性がある。また、(株)マテリアル・コンセプトを起業して、製造に密接に係る基礎的なデータを取得して<u>量産性を視野</u>に入れており、新規事業の観点からも評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>リソースが足りず実行できていないが、Cu 合金の酸化物半導体へ応用し技術移転をするためには更なる開発が必要である。民間企業への移転の可能性はないでしょうか。</p> <p>(I)に関しては、本成果の国内企業での展開、共同研究先である東京エレクトロンおよび宇部興産でどの様にするのがか不明な点が気にかかります。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし。</p>
------------------------------	--

<p>2. 発明、特許権その他の知的財産権の状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>H28 年 6 月時点の実績で、8 件の発明、37 件の特許出願を行っており、そのうち 3 件の特許は 2013 年に研究代表者等が起業した株式会社マテリアル・コンセプトが事業を実施するにあたっての根幹的な知的財産権となっている。特許戦略の点からも非常に好ましく、高く評価できる。今後も新規出願を行い、強固な特許網の構築を計画している。高精細平面ディスプレイ用 Cu 合金配線に関する日米特許は企業に譲渡し、譲渡収入 3.5 百万 US ドルを得ている。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>太陽電池以外の知財の確保について、記述が見当たらない。また、代表的な特許が(Ⅱ)に集中して、(Ⅰ)で特筆すべき主特許がないのが残念に思われる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし。</p>
<p>3. 論文・著書・学会等発表の状況</p>	<p>(優れている点)</p> <p>本プロジェクトの研究成果に関して、H28 年 6 月までの実績で総数 53 編の学術雑誌論文を国際学術雑誌に発表している。年間の平均発表数は 10 件を超えており、高いレベルの研究アクティビティーを裏付けている。H24 年度～H28 年 6 月までの論文・著書の引用数は、計 2,191 件に達しており、論文内容の質の高さを示している。学会発表は国際会議で 41 件、国内学会で 48 件行われている。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>半導体分野において海外発表が中心となることは理解できるが、太陽電池用 Cu ペーストの転用として電子部品関連を考えた場合、国内においても有力な企業が多数存在することから、技術移転や応用範囲の拡大を考えると、国内関係学会誌への投稿を増やし関連別分野に対しての成果技術の認知度を上げる努力も必要かと考える。</p> <p>招待講演の辞退があるが、国際会議での技術アピールが十分かどうかを検証してほしい。中間評価で指摘のあった国内の技術者への還元が不明瞭に思われる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>評価委員の過半数が特になしと評価したが、以下のコメントがあったことを付記する。</p> <p>上述の通り、国内電子デバイス・部品分野の学会誌等への投稿数を増やして頂きたい。</p>

<p>4. 各種表彰・受賞・新聞報道等の状況について</p>	<p>(優れている点)</p> <p>本プロジェクトの成果に関して研究代表者が 2013 年に文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞していることは特筆すべき成果であるほか、研究室の学生など若手研究者が計 4 件の賞を国際会議等において受賞しており、高く評価できる。新聞報道は 2 件なされており、そのうち 1 件は日経エレクトロニクスというメジャー誌の記事である。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>2015 年以降の表彰・受賞・新聞発表が見当たらないため、今後の開発成果の外部発表活動を活性化して頂きたい。また、国内へのアピールも兼ねて積極的なプレスリリースがほしい。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし。</p>
<p>総括Ⅱ</p> <p>上記 1. ～ 4. までの評価に基づき、「新産業分野創出」に結びつく開発研究成果が出ているか(研究のアウトプット)、また現実「新産業分野創出」<sup>注1)</sup>(研究成果に基づく産業活動のアウトカム)に結び付いているか、を中心に評価して下さい。</p> <p><sup>注1)</sup> ここで言う新産業「分野」とは、新産業に結びつく新たな切り口・独自性。</p>	<p>(優れている点)</p> <p>本プロジェクトで得られた成果を広く社会・経済・産業に還元する活動において、大きな成果が得られており高く評価できる。課題に対して着実に研究を遂行し、「新産業分野創出」に結びつく質量ともに優れた成果を得ていることは、技術移転件数、商品化の実例(2 件)、特許出願数、譲渡収入、論文数、論文引用数、受賞数などの数字が明確に物語っている。</p> <p>特に (Ⅰ) 集積回路用配線の成果は、半導体業界に十分認知されており、世界標準材料として産業界で広く利用されている。次世代の技術についても、世界屈指の民間企業と共同研究を行なうなど、開発研究と技術移転を同時に進めており、申し分ない。</p> <p>(Ⅱ) 太陽電池用配線についても、開発した Cu ペーストの量産適用を目指して民間企業との共同研究を進めようとしており、産業への技術移転に向けた活動としては、非常に精力的である。また、Cu ペーストを太陽電池以外の電子部品、デバイス分野への応用が拡大しつつあり、多くの民間企業との連携が進んでいて、社会への還元という観点では、十分な活動を行ない成果を出しつつあると評価できる。(Ⅱ)に関しては、特許および論文、国際会議等のアウトプットも申し分なく、この成果を基にした(株)マテリアル・コンセプトの事業化によって、太陽電池用銅ペーストの作製に加えて、本技術を高性能セラミックス基板へ厚膜電極として形成することによって、新たな企業との連携の可能性が高まるなど、「新産業分野創出」へ結びついている。</p>

	<p>(不十分な点)</p> <p>Cu ペーストの太陽電池応用に関して、現段階では<u>量産</u>ラインへの適用ができておらず、社会還元という点でやや遅れを感じる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>評価委員の過半数が特になしと評価したが、以下のコメントがあったことを付記する。</p> <p>Cu ペーストの別応用領域が拡大する期待があるが、半導体のような高機能、高付加価値の応用分野を見出し適用することで、本成果の社会還元が進むものと考えられる。多くの要求があるので、それらの技術ニーズの中から質の良いニーズを抽出することも重要であるとする。</p> <p>評価：(○を付けてください。)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. 優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。</li> <li>2. 優れた研究成果は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。</li> <li>3. 優れた研究成果を挙げているとは言えないものの、「新産業分野創出」に結び付く可能性は高い。</li> <li>4. 研究成果は他に優れたとは言えず、「新産業分野創出」に結び付く成果も期待出来ない。</li> </ol>
--	--

### Ⅲ. プロジェクトの研究費の実績

<p>総括Ⅲ</p> <p>外部資金の獲得状況と、その資金が十分に活用されているかの観点から評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <p>本プロジェクトに関して、科学研究費基盤研究(S)、科学研究費基盤研究(A)、文部科学省大学発新産業創出拠点プロジェクト、NEDO イノベーション実用化ベンチャー支援事業、NEDO 国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業、NEDO 新エネルギーベンチャー技術革新事業、経済産業局戦略的基盤技術高度化支援事業と、多数の外部資金を獲得し、それらが十分に活用されている。前述のように、日米特許を企業に譲渡し、譲渡収入 3.5 百万 US ドルも得ている。起業した「マテリアル・デザイン」の増資も検討しており、開発研究、実用化に対して資金獲得の努力は十分行っていると考えられる。</p>
--	--

	<p>(不十分な点)</p> <p>(Ⅱ) 太陽電池用配線 (Cu ペースト) において、資金不足のためMotech社における検証ライン構築ができなかったことは、非常に残念である。既存技術を大きく置き換える技術だけに、従来技術を守ろうとする業界勢力を説得するだけの実証が重要となる。何等かの方策を考えて、最終段階の実証ができることを望みます。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>評価委員の過半数が特になしと評価したが、以下のコメントがあったことを付記する。</p> <p>Cu ペーストの成果が今後の別用途の応用分野へ広がり、多くの日本企業にも還元できることを考えると、単なる開発研究としてではなく、コンソーシアム的な組織作りを行って、広く民間からの資金を獲得することも考えたほうが良いかもしれない。</p>
--	---



#### IV. 総合評価

総括Ⅰ～Ⅲを踏まえ、本プロジェクトを総合的に評価して下さい。

東北地方における製造業が少ないという現状認識と、原発事故をきっかけとした再生可能エネルギーの普及拡大の推進の必要性から、研究代表者は太陽電池の配線を銀から銅に転換する研究開発プロジェクトを立ち上げた。(Ⅰ)集積回路用配線、(Ⅱ)太陽電池用配線、(Ⅲ)高精細平面ディスプレイ用配線、(Ⅳ)電力変換用 SiC パワーモジュール用配線の4分野においてブレークスルーを生じさせる配線材料・製造技術を提供することを目標とした本プロジェクトは、半導体業界の激変や市場動向の変化といった外的荒波にもまれながらも着実に遂行され、総括Ⅰで示した通り、十分な研究開発の進展を達成している。その過程では多数の学生に修士・博士を取得させ、若手人材の教育という大学研究室本来の役割も十分に果たしている。また総括Ⅱに記した通り、多数の発明・特許出願を行ない、大きな特許譲渡収入を得ているほか、民間企業に技術移転をして複数の実用化にもつなげている。一方、国際的な学術論文誌への論文発表も年平均10件以上行っており、研究室の若手が多数の賞を受賞するなど、アカデミアにおける活動レベルも高く、前記の人材育成成果を裏付けている。さらに多数の外部資金を獲得し、それらを本プロジェクトの遂行にも役立てている(総括Ⅲ)。これらの成果は、いずれも高く評価されるものである。

日本の半導体企業のサポートが無い中で、現在の世界的半導体産業においてCuMn合金が業界の標準材料となっていることは、この研究成果が他に類を見ない優れた実力を有するイノベーションであることを示している。この成果を生んだ背景として、プロジェクトリーダーの金属材料に対する深い知識と将来の技術課題を認識した先見性に感服するとともに、今後の本分野での更なる成果に期待する。

(Ⅰ)集積回路用配線においては、現在の開発研究計画の通りに進めることにより、共同研究先における次世代のプロセス構築に貢献でき、結果として世界的な半導体の産業に貢献できると思われる。この中で、バリアメタルを含むCoプラグの技術を確立できると、現在のCu系だけでなく研究材料・分野が一段と広がることになり、将来へ向けた更なる期待を感じる。

(Ⅱ)太陽電池用配線においては、業界の動向、銀の市場価格などの要因に左右されると思われるが、業界での利用が開始された実績ができ、業界標準となった場合には、半導体と同様規模の大きな成果となることが期待される。また、このCuペーストの他用途への転用については、多くの日本企業のニーズが存在し、この分野が発展すると日本企業の競争力を支える技術になることが期待される。

以上のように、本研究開発プロジェクトは世界に誇れる成果を挙げており、高く評価できる。

(全体に対するコメントがありましたら、記載して下さい。)

近年の大学教員の殺人的に多忙な日常の中、学術・実用の両面において優れた成果を達成された研究代表者を中心とするプロジェクトメンバーの情熱と努力に、心から敬意を表したいと思います。

本プロジェクトに対してではなく、以下の点について評価委員からコメントがありますので、付記しておきます。参考にいただければ幸いです。

### 1. 今後の研究展開について：

(Ⅱ) 太陽電池用配線について、Cu ペーストを用いた他用途に応用範囲の発展分野（実装分野、セラミックス基板との複合分野、など）が存在し、Cu ペーストの電子分野応用については、多くの日本企業に貢献できると思われます。本開発研究の方向性とも合致するため、今後は是非精力的に進めて頂きたいと思います。更に将来的には、技術移転先の日本企業の戦略に合致した材料開発研究なども、可能であれば進めてください。

国内では太陽電池を作製しているメーカーと直接組むのでは無くて、配線技術を提供するスタンスを取っておられるように思われます。低コスト競争に入っている太陽電池産業で、日本が本当に中国に勝てるのかが気になります。本プロジェクトが進めているように、周辺の分野へこの技術を売り、国内産業へ貢献するという方向性もありうるのかなと感じました。

### 2. 本研究開発分野について：

半導体分野、太陽電池分野においても出口となる日本企業が弱体化し、技術移転すべき対象企業数が減少しており、大学発の非常に優れた成果が日本企業の競争力強化に繋がらないということが重大な問題であると感じられました。

科学技術振興研究員およびポスドクが通年でも0人と言う事実は、国内の半導体業界の底冷え状態のためこの分野へ携わりたい若手研究者が非常に少なくなっていることを示唆する可能性もあり、そうだとすれば大きな課題であると思います。世の中には多くのポスドクが溢れているにも係らず、本プロジェクトにポスドクとしての参画者が居なかったことについて、この分野で大学および国の定年制研究者への道は厳しいと判断した結果であれば寂しい限りです。

### 3. プロジェクトの管理および大学のサポートについて：

多くのプロジェクトにおいて、当初の計画段階では幅広く実施内容を盛り込む傾向が往々にして見受けられます。評価委員の立場から考えると、どの程度を達成すればプロジェクトを成功と判断するのか、一定の基準を初期から設定することも必要なのではないかと思います。

企業との共同出願・技術移転に際しては、企業側知財担当者との長時間に渡る専門的な協議が必要となります。プロジェクトプレーヤーが開発に集中するためには、大学の知財担当の強力なサポートが必要であり、大学知財体制の強化を提言します。運営交付金が減らされる中、困難があると思われますが、中央行政に働き掛けるとともに、大学内部での予算の使い方を工夫することが、大学執行部に求められるのではないのでしょうか。

# 研究プロジェクト評価書面審査表(まとめ)

(研究プロジェクト評価書面審査委員氏名: ◎渡辺 好章、橋本 研也、三留 秀人 )

プロジェクト名	ボール SAW センサの開発と事業化
プロジェクトリーダー名	山中 一司

## I. プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る評価等

1. 開発研究の進捗状況(当初の開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況)	<p>(優れている点)</p> <p>4つのサブテーマとも、計画に沿って着実に進められてきており、当初予定されていた目標をほぼ達成していると考え。今期は本課題が事業化できるかどうかの見極めが要求される重要な時期であり、実施計画においても事業化を意識した研究項目を挙げて検討し、想定通りあるいはそれ以上の成果を得ている。特に、事業化の推進の基盤となるサブテーマ3の「長期間安定性試験による製品の信頼性確立」においては実用化時に想定されるさまざまな環境条件の変化における検討が行われており、結果として、多くの裏付けデータを習得できている点は高く評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>当初予定されていた腐食ガスや炭化水素中での性能の検証ができていないが、設立したベンチャーへの大型投資が決まったために START が早期終了となったことに起因している。これについては今後の対応も検討されており、問題はないと考えられる。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし。</p>
2. 研究者の育成状況 (各種研究員の受入れ・国際交流の状況等を含む。)	<p>(優れている点)</p> <p>事業化後のグローバル展開を見据えて、事業期間中に開催された当該分野が関連する大規模見本市に積極的に出展している。この成果として、既に先行してシェアを有する有力グローバル企業との技術提携交渉を進めている点は評価できる。本技術は、独創性が極めて高く、また30件を超える特許取得が行われているため、今後も連携パートナーとの交渉も有利に運ぶことができると考えられる。</p> <p>(不十分な点) (改善のポイント)</p> <p>プロジェクトリーダーは既に大学院教員を退職し、大学院生の受け入れを終了しているために、新たな学位取得者は出せない状況にあるため学位取得者が0である点は理解できるが、学位とは直接関係なくとも将来予想されるパートナーの技術者育成も OJT 形式で行えばさらに良かったと考える。</p>

<p>総括 I</p> <p>上記 1. ～2. までの評価に基づき当初の開発研究計画の進捗状況を中心に評価して下さい。</p>	<p>(優れている点)</p> <p>1. で述べたように、全てのサブテーマを当初の計画に沿って着実に進められてきた点は着想の確実性、当該技術の有効性を表していると考えられ評価できる。これに加えて本プロジェクトにおいては、研究遂行時に新たに得られた発見事実も積極的に実用化展開へ組み込もうとする姿勢を保っている点をより高く評価すべきである。今後の事業展開を考えると、このような次期開発要素に繋がる種子も最大限に生かそうとする姿勢は「死の谷」等が想定されるベンチャー起業においては極めて重要である。新たな技術展開の種子を求め続け、当該技術の高度化、他との差別化を実行し続けることが、起業の臨界点を超えるために必須となる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>腐食性ガス等の中での性能評価がこれからに残されている課題である。実環境下での長期間にわたる信頼性と耐久性の保証をどうするのか、製品のばらつきをどれくらい抑えられるのか、提出資料だけでは測りかねるところがある。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし。</p> <p>評価：(○を付けてください。)</p> <p>①. 大変良い</p> <p>2. 良い</p> <p>3. 普通</p> <p>4. やや不十分</p> <p>5. 不十分</p>
--	--

## Ⅱ. プロジェクトの開発研究成果の社会(地域・日本・世界)、経済、産業への還元状況

<b>1. 民間企業への技術移転進捗状況について</b>	<p>(優れている点)</p> <p>28年度における本事業の製品化を見据えて、パートナーである企業を中心に必要な技術の移転を着実に進めている点は評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>今期の成果であると同時に今後の製品評価の要でもある長期間の動作安定性等についても、より積極的に技術移転を進めても良かったと思われる。</p> <p>本技術は、高感度センサとして機器そのものの動作状態の確認機能に加えて、機器やシステム周辺環境状況も感知できることから、技術移転先の企業のすそ野は広い。この視点からの検討を加えるとなお良かったと考える。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>他社とアライアンスを組む際には、せっかく開発した日本発の独自技術が乗っ取られてしまわないよう、細心の注意を払っていただきたい。アンダーサンプリングに関する特許も、新たな展開が見込まれると思うので、うまく活用していただきたい。</p>
<b>2. 発明、特許権その他の知的財産権の状況について</b>	<p>(優れている点)</p> <p>期間中の2件は、PCT出願ならびに登録である。このうち、実用化における必須項目である低価格化を実現する技術である信号処理方式のPCT出願は、今後の事業展開を射程に入れた出願となっており、本事業の趣旨に合致しており評価できる。</p> <p>また、PCT登録特許は、基本的技術の特許であり、この登録はグローバル展開に有効となると考えられる。</p> <p>(不十分な点)(改善のポイント)</p> <p>事業化を計画していることを考えると、ノウハウ等を含む実用化に伴う周辺特許等でももう少し申請が出て良かったと思える。</p>

<p>3. 論文・著書・学会等発表の状況</p>	<p>(優れている点)</p> <p>研究グループ全体で活発な研究活動を継続している点は高く評価できる。これらは、今期間内に既に14報の論文が公表されていることから確認できる。このことはこれら論文の他研究者からの引用件数の多さからも確認できる。また、USE2014等の当該分野で著名な国際会議においても講演として招聘されていることから本課題が世界的に注目されていることも確認できることから、これらは成果公表活動として高く評価できる。</p> <p>(不十分な点)</p> <p>特になし。</p> <p>(改善のポイント)</p> <p>特になし。</p>
<p>4. 各種表彰・受賞・新聞報道等の状況について</p>	<p>当該項目の実績は無いためこの項の評価は出来ない。</p> <p>ただ、ベンチャーキャピタルからの大きな投資が予定されていることから、大学発ベンチャーとしてのニュース価値は高く、9月20日に公表された内容は、報道等で取り上げられている様子(審査委員調べ)であることから、これらの情報を加えるならばこの項目についても高く評価できる。</p> <p>(優れている点)(不十分な点)(改善のポイント)</p> <p>情報が無いため記述できない。</p>

<p>総括Ⅱ</p> <p>上記1.～4.までの評価に基づき、「新産業分野創出」に結びつく開発研究成果が出ているか（研究のアウトプット）、また現実的に「新産業分野創出」<sup>注1）</sup>（研究成果に基づく産業活動のアウトカム）に結び付いているか、を中心に評価して下さい。</p> <p>注1）ここで言う新産業「分野」とは、新産業に結びつく新たな切り口・独自性。</p>	<p>（優れている点）</p> <p>本課題の基本技術であるボール SAW 技術は関係する各分野におけるセンサ感度の大幅な向上の要求に正面から応えることのできる数少ない手法であると考ええる。また基本構造は、単純ではあるがモノとしての実現にはさまざまな障壁があったと考える。</p> <p>一般には独創性が強い技術は、研究先行型になり易く、結果として実用化への検討が後回しになり実用化が遅れる例が多い。しかしながら、本課題ではプロジェクトリーダーが実用化を常に念頭に置いて研究開発を進めているため、目標時期までにベンチャー起業も含め着実な成果として結実させている。</p> <p>また、検討対象が汎用性の高いセンサという特長を最大限に活かして、近未来への産業応用を見据えており、新産業分野創出としての視点からも当該技術展開の検討も併せて進めている点は高く評価できる。</p> <p>（不十分な点）（改善のポイント）</p> <p>特になし。</p> <p>評価：（○を付けてください。）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. 優れた研究成果を挙げ、かつ、「新産業分野創出」に結び付く評価を挙げている。</li> <li>2. 優れた研究成果は挙げているが、「新産業分野創出」に結び付くには課題を残す。</li> <li>3. 優れた研究成果を挙げているとは言えないものの、「新産業分野創出」に結び付く可能性は高い。</li> <li>4. 研究成果は他に優れたとは言えず、「新産業分野創出」に結び付く成果も期待出来ない。</li> </ol>
---	---

### Ⅲ. プロジェクトの研究費の実績

<p>総括Ⅲ</p> <p>外部資金の獲得状況と、その資金が十分に活用されているかの観点から評価して下さい。</p>	<p>外部資金の獲得は通常課題であるならば積極的に展開すべきであろうが、本プロジェクトについては、民間からの研究資金投入は制限されることから本項目の評価対象とはしにくい。</p> <p>START の資金については、その使用についての記述が無いが、研究成果から考えて、目的に向けて適切に活用されていると推定できる。</p> <p>（優れている点）（不十分な点）（改善のポイント）</p> <p>評価対象とはしていない。</p>
--	---

#### IV. 総合評価

総括Ⅰ～Ⅲを踏まえ、本プロジェクトを総合的に評価して下さい。

本課題の基本技術であるボール SAW センサ技術はその基本的考え方が極めて独創的であり、結果として従来のセンサ機能を大幅に上回る性能を実現している。この技術の適用範囲はさまざまな産業分野に及ぶことから、当該技術を基盤としたベンチャーの起業はその発展が期待できる。また、独創性が強い技術は、一般的には研究先行型になり易く、結果として実用化への検討が後回しになり実用化が遅れる例が多い。しかしながら、本技術課題ではプロジェクトリーダーが、常に産業応用を念頭にプロジェクトを進めてきたことも本課題が期間内に大きな進展を得た要因であると推察できる（下記のコメント欄参照）。すなわち、プロジェクトリーダーの強いリーダーシップによって、将来の技術展望を図り基礎技術と実用化技術のバランスを考慮しながら全体のプロジェクトが進行している。このことは、特定の技術領域に偏らず、安心・安全を実行し評価できる基軸技術として当該技術を総合的に発展させようとするプロジェクトリーダーの戦略的なプロジェクト展開力と理解して高く評価する。

本技術は、大手自動車メーカーからも高い評価を受け、既に技術移転の協議段階にまで至っており、実用化研究の成果として卓越しており、大学教員が起業を志す際に見習うべきよい手本となっていると考える。

以上、総括すると、これらの成果は十二分に当初の開発目標を達成できていると判断できる。

（全体に対するコメントがありましたら、記載して下さい。）

プロジェクトの成否は、課題内容もさることながらプロジェクトリーダーの当該目的達成に対する意思の強さも大きな要因となるように思える。本プロジェクトリーダーの山中先生とは研究領域が近いこともあり、相当以前から活躍の様子は知っており、発表を聴かせていただく機会も幾度かあった。山中先生の当初の専門は超音波技術を中心とした非破壊検査方式の開発であったが、発表内容には新鮮味があり、現状課題の枠を超えての新たな提案が常に盛り込まれていた。また、どのような課題を設定する場合にも産業界や現場のニーズを反映させている。このような工学技術に対する取り組み姿勢が極めてしっかりとしていることから今回の **START** 事業は大きな成果を挙げたと考える。

今後、プロジェクトメンバーはボールウェーブ社で活動されとのことだが、研究者としてのシーズ重視の視点から、顧客が何を求めているかのニーズ重視の視点への意識の切り替えが重要だと思われる。世界中でここでしかできない技術を核に、ボールウェーブが世界ブランドに育っていくことを期待する。



平成28年度東北大学未来科学技術共同研究センター  
研究プロジェクト評価委員会実施要領

1. 日 時 平成28年11月30日(水) 12:30～17:30
2. 場 所 東北大学東京分室(東京都千代田区丸の内1丁目7番12号 サピアタワー10階)
3. 目 的 各研究プロジェクトについて、未来科学技術共同研究センターのミッションとの適合性、学術的・技術的評価並びに産業応用可能性に関する評価をいただく。

4. 次 第

- 1) 開 会
- 2) 委員紹介
- 3) 議 事

(1) 委員長の選出

(2) 各プロジェクトの活動報告

最終評価: プロジェクトリーダー発表10分、質疑応答10分、討議5分

- ① 木村プロジェクト(最終評価)
- ② 横山プロジェクト(最終評価)
- ③ 小柳プロジェクト(最終評価)
- ④ 大村プロジェクト(最終評価)
- ⑤ 宮本プロジェクト(最終評価)
- ⑥ 栗原プロジェクト(最終評価)
- ⑦ 小池プロジェクト(最終評価)
- ⑧ 山中プロジェクト(最終評価)

4) 閉 会

5. 研究プロジェクト評価委員会委員及び書面審査委員  
別紙名簿のとおり

6. 未来科学技術共同研究センター出席者

東北大学理事(産学連携担当)		矢 島	敬 雅
未来科学技術共同研究センター	センター長	滝 澤	博 胤
未来科学技術共同研究センター	副センター長	長谷川	史 彦
〃	副センター長	鈴 木	高 宏
〃	教 授	竹之内	修
〃	特任教授	板 橋	修
〃	特任教授	磯 村	明 宏
〃	特任教授	山 家	一 郎
〃	特任教授	白 井	泰 雪
〃	講 師	平 塚	洋 一

平成28年度東北大学未来科学技術共同研究センター  
研究プロジェクト評価委員会委員名簿

(任期：平成28年10月1日～平成29年3月31日)

河田 孝雄 日経BP社 日経バイオテクシニアエディター

瀬戸 政宏 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 理事

丸山 正明 技術ジャーナリスト

守 和彦 宮城県 産業技術総合センター 所長

山下 洋 文部科学省 科学技術・学術政策局 産業連携・地域支援課  
大学技術移転推進室長

(五十音順、敬称略)

平成28年度 NICHe プロジェクト評価 書面審査委員名簿

◎は書面審査委員の代表を表します

	委員氏名	所属・職名
木村P J	◎ 緑川 光正	北海道大学 名誉教授／ 一般財団法人 日本建築総合試験所 常務理事
	井戸田 秀樹	名古屋工業大学 高度防災工学センター長
	加藤 重信	株式会社建築構造センター東北事務所代表／ 日本構造技術者協会東北支部支部長
横山P J	◎ 飯塚 尚和	元 科学技術振興機構 研究成果活用プラザ宮城 館長
	根本 知己	北海道大学 電子科学研究所 教授
	鶴旨 篤司	株式会社 ニコンインステック バイオサイエンス営業本部 ゼネラルマネージャー
小柳P J	◎ 益 一哉	東京工業大学 科学技術創成研究院 研究院長・教授
	新宮原 正三	関西大学 システム理工学部 教授
	浅野 種正	九州大学大学院 システム情報科学研究院 教授
大村P J	◎ 大垣 眞一郎	公益財団法人 水道技術研究センター 理事長
	曾小川 久貴	公益社団法人 日本下水道協会 理事長
	栗原 秀人	メタウォーター 株式会社 技監
宮本P J	◎ 猪俣 誠	日揮 株式会社 プロセス技術本部 本部長スタッフ
	薩摩 篤	名古屋大学大学院 工学研究科 教授
	古谷 博秀	産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所 再生可能エネルギー研究センター 副研究センター長
栗原P J	◎ 田辺 恒彰	高分子学会 フェロー
	嶋林 ゆう子	科学技術振興機構 環境エネルギー研究開発推進部 副調査役
	辻井 敬亘	京都大学 化学研究所 教授
小池P J	◎ 辻 伸泰	京都大学大学院 工学研究科 教授
	生田目 俊秀	物質・材料研究機構 MANA ファウンドリ 統括マネージャー
	齋藤 一也	株式会社 アルバック 執行役員
山中P J	◎ 渡辺 好章	同志社大学 生命医科学部 教授
	橋本 研也	千葉大学 先進科学センター 教授
	三留 秀人	産業技術総合研究所 中部センター 参事

平成 28 年度研究プロジェクト評価委員会スケジュール表

○平成 28 年 11 月 30 日（水） 東北大学東京分室

	時 間	次 第 等		備 考
1	12:30～12:31 (1)	開会及びセンター長挨拶		
2	12:31～12:33 (2)	委員の紹介		
3	12:33～12:40 (7)	委員長の選出及び評価方法の説明		
4	12:40～12:50 (10)	木村	発表（リーダー）	小柳 P J と 時間変更
①	12:50～13:00 (10)	プロジェクト	質疑（委員、リーダー）	
	13:00～13:05 (5)	（最終 5 年目）	討議（委員）	
②	13:05～13:15 (10)	横山	発表（リーダー）	
	13:15～13:25 (10)	プロジェクト	質疑（委員、リーダー）	
	13:25～13:30 (5)	（最終 7 年目）	討議（委員）	
	13:30～13:35 (5)	休憩		
③	13:35～13:45 (10)	小柳	発表（リーダー）	
	13:45～13:55 (10)	プロジェクト	質疑（委員、リーダー）	
	13:55～14:00 (5)	（最終 7 年目）	討議（委員）	
④	14:00～14:10 (10)	大村	発表（リーダー）	
	14:10～14:20 (10)	プロジェクト	質疑（委員、リーダー）	
	14:20～14:25 (5)	（最終 3 年目）	討議（委員）	
	14:25～14:55 (30)	休憩		
⑤	14:55～15:05 (10)	宮本	発表（リーダー）	
	15:05～15:15 (10)	プロジェクト	質疑（委員、リーダー）	
	15:15～15:20 (5)	（最終 5 年目）	討議（委員）	
⑥	15:20～15:30 (10)	栗原	発表（リーダー）	
	15:30～15:40 (10)	プロジェクト	質疑（委員、リーダー）	
	15:40～15:45 (5)	（最終 5 年目）	討議（委員）	
	15:45～15:50 (5)	休憩		
⑦	15:50～16:00 (10)	小池	発表（リーダー）	
	16:00～16:10 (10)	プロジェクト	質疑（委員、リーダー）	
	16:10～16:15 (5)	（最終 5 年目）	討議（委員）	
⑧	16:15～16:25 (10)	山中	発表（リーダー）	
	16:25～16:35 (10)	プロジェクト	質疑（委員、リーダー）	
	16:35～16:40 (5)	（最終 3 年目）	討議（委員）	
5	16:40～17:25 (45)	討議及びまとめ（評価委員）		
6	17:25～17:30 (5)	閉会（挨拶）		

○東北大学未来科学技術共同研究センター規程

平成10年4月9日

規第46号

改正 平成10年6月9日規第117号

平成12年3月31日規第55号

平成13年3月31日規第74号

平成14年4月16日規第128号

平成14年7月16日規第135号

平成15年9月16日規第98号

平成16年4月1日規第198号

平成17年4月1日規第82号

平成17年12月27日規第186号

平成19年4月1日規第71号

平成27年3月23日規第24号

東北大学未来科学技術共同研究センター規程

(趣旨)

第1条 この規程は、東北大学未来科学技術共同研究センター（以下「センター」という。）の組織及び運営について定めるものとする。

(目的)

第2条 センターは、東北大学（以下「本学」という。）の学内共同教育研究施設等として、社会の要請に応える新しい技術・製品の実用化並びに新しい産業の創出を社会へ提案することを目指し、産業界等との共同研究の推進を図り、先端的かつ独創的な開発研究を行うことを目的とする。

(職及び職員)

第3条 センターに、次の職及び職員を置く。

センター長

副センター長

教授

准教授

講師

助教

助手

事務職員

技術職員

その他の職員

(センター長)

第4条 センター長は、センターの業務を掌理する。

2 センター長は、本学の専任の教授をもって充てる。

- 3 センター長の選考は、東北大学学術基盤施設群運営委員会の議を経て、総長が行う。
- 4 センター長の任期は、2年とし、再任については、第7条に規定する運営専門委員会の議を経て、センター長が定める。
- 5 前項の規定にかかわらず、任期の始期が4月1日でないセンター長に係る任期は、当該始期から1年を経過した日の属する年度の末日までの期間とする。

(副センター長)

第5条 副センター長の人数は、2人とする。ただし、センター長が必要があると認めるときは、3人とすることができる。

- 2 副センター長は、センター長の職務を補佐する。
- 3 副センター長は、センターの専任又は兼務の教授をもって充てる。ただし、センター長が必要があると認めるときは、センターの専任の准教授をもって充てることができる。
- 4 副センター長の任期は、センター長の任期の範囲内とし、再任を妨げない。

(研究組織等)

第6条 センターに、研究組織として次の部を置く。

開発企画部

開発研究部

- 2 センターに、本学発のベンチャー企業の創出を目指す研究に供用させる施設として、東北大学ハッチェリースクエアを置く。

(運営専門委員会)

第7条 センターに、その組織、人事、予算その他運営に関する事項を審議するため、運営専門委員会を置く。

(運営専門委員会の組織)

第8条 運営専門委員会は、委員長及び次の各号に掲げる委員をもって組織する。

- 一 総長が指名する理事又は副学長
- 二 工学研究科長
- 三 副センター長
- 四 センター専任の教授 若干人
- 五 工学部・工学研究科事務部長
- 六 未来科学技術共同研究センター事務室長

- 2 運営専門委員会は、必要があると認めるときは、構成員以外の者を出席させて説明又は意見を聴くことができる。

(運営専門委員会の委員長)

第9条 運営専門委員会の委員長は、センター長をもって充てる。

- 2 委員長は、運営専門委員会の会務を総理する。
- 3 委員長に事故があるときは、委員長があらかじめ指名する委員が、その職務を代行する。

(運営協議会)

第10条 センターに、センターのリエゾン活動及び管理運営全般に関する意見を求めるため、運営協

議会を置く。

2 運営協議会の組織及び運営については、別に定める。

(外部評価委員会)

第11条 センターに、センターの中期計画及び年度計画についての評価を行うため、外部評価委員会を置く。

2 外部評価委員会の組織及び運営については、別に定める。

(研究プロジェクト選定委員会)

第12条 センターに、研究プロジェクトの選定を行うため、研究プロジェクト選定委員会を置く。

2 研究プロジェクト選定委員会の組織及び運営については、別に定める。

(研究プロジェクト評価委員会)

第13条 センターに、研究プロジェクトの研究活動及び成果の評価を行うため、研究プロジェクト評価委員会を置く。

2 研究プロジェクト評価委員会の組織及び運営については、別に定める。

(技術部)

第14条 センターに、センターの産学連携による新産業創出に関する技術支援を行うため、技術部を置く。

2 技術部の組織及び運営については、別に定める。

(事務)

第15条 センターの事務については、国立大学法人東北大学事務組織規程（平成16年規第151号）の定めるところによる。

(雑則)

第16条 この規程に定めるもののほか、センターの組織及び運営に関し必要な事項は、センター長が定める。

附 則

1 この規程は、平成10年4月9日から施行する。

2 この規程の施行後最初に委嘱される専門委員の任期は、第15条本文の規定にかかわらず、平成12年3月31日までとする。

3 東北大学未来科学技術共同研究センター（仮称）設置準備委員会規程（平成9年規第76号）は、廃止する。

附 則（平成10年6月9日規第117号改正）

1 この規程は、平成10年6月9日から施行する。

2 この規程の施行後最初に委嘱される東北アジア研究センターに係る次の各号に掲げる委員の任期は、東北大学留学生センター規程第11条第1項本文の規定及び東北大学学際科学研究センター規程第14条第1項本文の規定にかかわらず、当該各号に定めるとおりとする。

一 留学生センター運営委員会委員 平成12年3月31日まで

二 学際科学研究センター運営委員会委員 平成11年3月31日まで

附 則（平成12年3月31日規第55号改正）

この規程は、平成12年4月1日から施行する。

附 則（平成13年3月31日規第74号改正）

この規程は、平成13年4月1日から施行する。

附 則（平成14年4月16日規第128号改正）

この規程は、平成14年4月16日から施行する。

附 則（平成14年7月16日規第135号改正）

この規程は、平成14年7月16日から施行する。

附 則（平成15年9月16日規第98号改正）

この規程は、平成15年10月1日から施行する。

附 則（平成16年4月1日規第198号改正）

この規程は、平成16年4月1日から施行する。

附 則（平成17年4月1日規第82号改正）

この規程は、平成17年4月1日から施行する。

附 則（平成17年12月27日規第186号改正）抄

1 この規程は、平成18年1月1日から施行する。

2 この規程施行の際現に第1条の規定による廃止前の次の表の中欄に掲げる規程（以下「廃止前の規程」という。）の規定により同表の左欄に掲げる職の任にある者又は職に併任されるものとして選考された者は、この規程施行の日においてそれぞれ第2条から第18条まで、第20条、第21条、第23条、第24条、第26条から第36条まで及び第67条の規定による改正後の同表の右欄に掲げる規程（以下「改正後の規程」という。）の規定により同表の左欄に掲げる者になり、又は選考されたものとみなし、その任期（廃止前の規程の規定により併任されるものとして選考された者の任期を除く。）は、改正後の規程の規定にかかわらず、廃止前の規程に定める任期の末日までの期間とする。

職	廃止前の規程	改正後の規程
東北大学未来科学技術共同研究センター長	東北大学未来科学技術共同研究センター長選考及び任期規程	東北大学未来科学技術共同研究センター規程

附 則（平成19年4月1日規第71号改正）

この規程は、平成19年4月1日から施行する。

附 則（平成27年3月23日規第24号改正）

この規程は、平成27年4月1日から施行する。



東北大学未来科学技術共同研究センター研究プロジェクト評価委員会内規

制定 平成10年 4月 9日

(趣旨)

第1条 この内規は、東北大学未来科学技術共同研究センター規程第13条の規定に基づき、東北大学未来科学技術共同研究センター研究プロジェクト評価委員会（以下「研究プロジェクト評価委員会」という。）の組織及び運営に関する事項を定めるものとする。

(組織)

第2条 研究プロジェクト評価委員会は、東北大学の教員以外の学識経験者による委員若干人をもって組織する。

(委員長)

第3条 研究プロジェクト評価委員会に委員長を置き、委員の互選によって定める。

2 委員長は、会務を総理する。

(委嘱)

第4条 第2条に掲げる委員は、センター長が委嘱する。

(雑則)

第5条 この内規に定めるもののほか、研究プロジェクト評価委員会の運営に関し必要な事項は、東北大学未来科学技術共同研究センター運営専門委員会の議を経て、センター長が定める。

附 則

この内規は、平成10年4月9日から施行する。

附 則（平成12年4月1日改正）

この内規は、平成12年4月1日から施行する。

附 則（平成16年4月1日改正）

この規則は、平成16年4月1日から施行する。

附 則（平成17年4月26日改正）

この内規は、平成17年4月26日から施行する。

(趣旨)

第1条 この要項は、東北大学未来科学技術共同研究センター規程（平成10年4月9日規第46号）第13条及び東北大学未来科学技術共同研究センター研究プロジェクト評価委員会内規（平成10年4月9日制定）第5条に基づき、東北大学未来科学技術共同研究センター研究プロジェクト評価（以下「研究プロジェクト評価」という。）に関し必要な事項を定めるものとする。

(評価の基本方針等)

第2条 東北大学未来科学技術共同研究センターの設立目的を十分達成するため、開発研究部等の研究プロジェクト評価は、研究開始後2年を経過した開発研究プロジェクト（以下「プロジェクト」という。）の開発研究成果の評価を中心に、原則として、以後5年目及び7年目に実施するものとする。開発研究開始後2年を経過しないうちに終了又は中止されたプロジェクトについても同様とする。

2 研究プロジェクト評価委員会の委員長（以下「委員長」という。）は、前項の研究プロジェクト評価の結果について、東北大学未来科学技術共同研究センター長（以下「センター長」という。）に報告するものとする。

(評価協力者)

第3条 委員長は、研究プロジェクト評価のため特定の事項につき専門的協力が必要な場合には、評価協力者を選定することができる。

2 前項の評価協力者は、委員長の求めに応じ、センター長が委嘱する。

(委員及び評価協力者の任期)

第4条 委員の任期は委嘱した日から当該年度の末日までとし、その欠員が生じた場合の補欠委員の任期は、前任者の残任期間とする。

2 評価協力者の任期は1年以内とする。

3 委員及び評価協力者は再任されることができる。

(秘密を守る義務)

第5条 前条の委員及び評価協力者は、その職務上知り得た秘密を漏らしてはならない。その職を退いた後といえども同様とする。

2 開発研究部等は、研究プロジェクト評価に際して、東北大学又は第三者の利益を損なうと認めるに足る合理的な理由がある場合には、研究プロジェクト評価委員会からの資料の提供その他情報の開示の要求を拒むことができる。ただし、東北大学又は第三者の利益を損なうおそれなくなった場合にはただちに研究プロジェクト評価委員会に対して情報を開示しなければならない。

(委員長の事故代理)

第6条 委員長に事故があるとき、又は委員長が欠けたときは、委員長があらかじめ指名する委員が、その職務を行う。

(評価の対象及び評価事項)

第7条 研究プロジェクトの評価事項は次のとおりとする。

- (1) 各プロジェクトの開発研究成果の社会（世界・日本・地域）、経済、産業への還元結果
- (2) 各プロジェクトの研究費の実績
- (3) 各プロジェクトの開発研究計画に照らした開発研究の進捗状況に係る全体としての評価
- (4) その他開発研究の評価に必要な事項

(評価の方法等)

第8条 開発研究部等の各プロジェクトの責任者は、前条の評価事項についてとりまとめた自己評価報告書を研究プロジェクト評価委員会へ提出するものとする。

2 研究プロジェクト評価委員会は、前項に規定する自己評価報告書に基づくほか必要と認めた場合には、各プロジェクトからのヒアリング、現地調査により評価を行う。

3 本条第1号に規定する自己評価報告書に関する細目は、センター長が定める。

(研究プロジェクト評価結果の運営専門委員会への報告)

第9条 センター長は、研究プロジェクト評価結果に意見を附した上で、運営専門委員会へ報告するものとする。

(研究プロジェクト評価報告書の公開)

第10条 センター長は、前条による研究プロジェクト評価結果の報告の後、研究プロジェクト評価報告書を作成し、外部に公表するものとする。

(庶務)

第11条 研究プロジェクト評価委員会及び研究プロジェクト評価に関する庶務は、未来科学技術共同研究センター事務部において処理する。

(雑則)

第12条 この要項に定めるもののほか、研究プロジェクト評価に関し必要な事項は、センター長が定める。

附 則

この要項は、平成16年4月1日から施行する。